

(19) 日本国特許庁(JP)

## 再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02003/096308

発行日 平成17年9月15日(2005.9.15)

(43) 国際公開日 平成15年11月20日(2003.11.20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G09B 23/30

F1

G09B 23/30

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

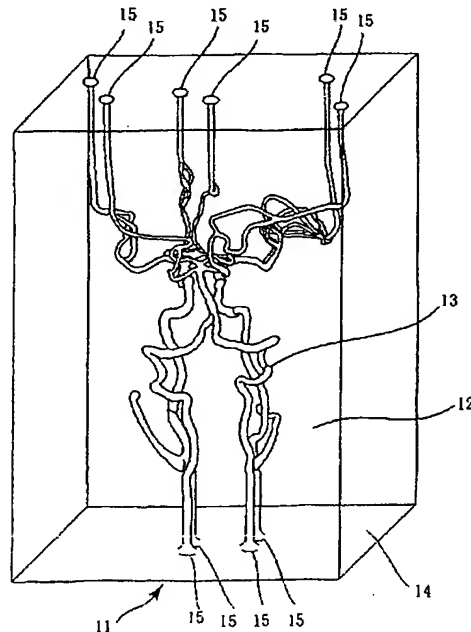
出願番号	特願2004-508535 (P2004-508535)	(71) 出願人	591240157 福田 敏男 愛知県名古屋市東区矢田町2丁目6番地
(21) 国際出願番号	PCT/JP2003/005590	(71) 出願人	595112823 新井 史人 愛知県名古屋市千種区青柳町6-5-1
(22) 国際出願日	平成15年5月1日(2003.5.1)	(71) 出願人	502213612 池田 誠一 岡山県津山市高野本郷1258番地の4
(11) 特許番号	特許第3613568号 (P3613568)	(71) 出願人	502212718 根来 真 名古屋市千種区池上町2丁目19番地 三 旺第三東山605号室
(45) 特許公報発行日	平成17年1月26日(2005.1.26)	(74) 代理人	100095577 弁理士 小西 富雅
(31) 優先権主張番号	特願2002-173404 (P2002-173404)		
(32) 優先日	平成14年5月10日(2002.5.10)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2003-25312 (P2003-25312)		
(32) 優先日	平成15年1月31日(2003.1.31)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立体モデル

## (57) 【要約】

被検体の断層像データに基づき血管などの体腔モデルを積層造形し、この体腔モデルの周囲を立体モデル成形材料で囲繞して該立体モデル成形材料を硬化させ、その後体腔モデルを融解若しくは溶解して除去することにより所望の立体モデルを形成する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被検体の断層像データに基づき血管などの体腔モデルを積層造形する工程と、  
該体腔モデルの周囲を立体モデル成形材料で囲繞して該立体モデル成形材料を硬化させる  
工程と、  
前記体腔モデルを除去する工程と、を含む立体モデルの製造方法。

## 【請求項 2】

前記体腔モデルを除去する工程は、前記体腔モデルを溶剤に溶解させる、前記体腔モデル  
を熱で熔融させる、又は前記体腔モデルを溶剤に溶解することと熱で融解することとを併  
用することを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の製造方法。

10

## 【請求項 3】

前記体腔モデルの一部又は全部に前記立体モデル成形材料が薄膜に形成される、ことを特  
徴とする請求の範囲第 1 項に記載の製造方法。

## 【請求項 4】

前記体腔モデルの表面を円滑にする工程が更に含まれる、ことを特徴とする請求の範囲第  
1 項に記載の製造方法。

## 【請求項 5】

前記体腔モデルを除去するとともに又は除去した後に、前記立体モデル成形材料中に拡散  
した前記体腔モデルの材料を除去する拡散除去工程を更に含む、ことを特徴とする請求の  
範囲第 1 項に記載の製造方法。

20

## 【請求項 6】

前記拡散除去工程は加熱により行う、ことを特徴とする請求の範囲第 5 項に記載の製造方  
法。

## 【請求項 7】

前記体腔モデルを積層造形する工程は、粉末状の造形材料上にレーザを走査すること、ノ  
ズルより造形材料を噴出若しくは滴下すること、若しくはノズルより造形材料を押出すこ  
とにより行われる、ことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の製造方法。

## 【請求項 8】

前記被検体の断層像データに基づき該被検体の生体情報及び／又は断層像データ特定情報  
を示す標識を形成する工程が更に含まれる、ことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の  
製造方法。

30

## 【請求項 9】

前記立体モデル成形材料により、前記体腔モデルとともに前記標識も囲繞され、該標識は  
前記立体モデル内に残される、ことを特徴とする請求の範囲第 8 項に記載の製造方法。

## 【請求項 10】

前記体腔モデルが表出するように、該体腔モデルを前記立体モデル成形材料で囲繞し、該  
体腔モデルが表出した部分を溶剤に浸漬して該体腔モデルを溶解除去する、ことを特徴と  
する請求の範囲第 1 項に記載の製造方法。

## 【請求項 11】

透光性材料からなり、被検体の断層像データに基づき形成された血管などの体腔を再現し  
た腔所をその内部に有する立体モデル。

40

## 【請求項 12】

前記被検体の生体情報を表示する標識が更に備えられている、ことを特徴とする、請求の  
範囲第 11 項に記載の立体モデル。

## 【請求項 13】

前記生体情報は前記断層像データを解析して得られたものである、ことを特徴とする請求  
の範囲第 12 項に記載の立体モデル。

## 【請求項 14】

前記生体情報は前記被検体のオリエンテーションを示す、ことを特徴とする請求の範囲第  
13 項に記載の立体モデル。

50

## 【請求項 15】

前記生体情報は文字情報を含み、前記断層像データ特定情報は被撮影者名、病院名、撮影日時及び／又は撮影条件等を含む、ことを特徴とする請求の範囲第12項に記載の立体モデル。

## 【請求項 16】

前記透光性材料が膜状に形成されている、請求の範囲第11項に記載の立体モデル。

## 【請求項 17】

前記透光性材料が膜状に形成された部分とソリッド状に形成された部分を有する、ことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の立体モデル。

## 【請求項 18】

前記膜状に形成された部分がソリッド状に形成された部分の空隙部内に位置する、ことを特徴とする請求の範囲第17項に記載の立体モデル。

10

## 【請求項 19】

前記空隙部に透光性の液体が充填されている、ことを特徴とする請求の範囲第18項に記載の立体モデル。

## 【請求項 20】

前記液体は前記透光性材料と実質的に等しい屈折率を有する、ことを特徴とする請求の範囲第19項に記載の立体モデル。

## 【請求項 21】

前記空隙部へ液体を充填するための充填口が形成されている、ことを特徴とする請求の範囲第18項に記載の立体モデル。

20

## 【請求項 22】

請求の範囲第11項に記載の立体モデルの成形材料と実質的に等しい屈折率の透光性流動体を備え、

前記立体モデルが前記流動体中に浸漬されている、ことを特徴とする医療用モデル。

## 【請求項 23】

前記透光性流動体のケースが更に備えられ、前記立体モデルを前記ケースに対して固定する装置が備えられている、ことを特徴とする請求の範囲第22項に記載の医療用モデル。

## 【請求項 24】

前記立体モデルを変動させる装置が備えられている、ことを特徴とする請求の範囲第23項に記載の医療用モデル。

30

## 【請求項 25】

前記立体モデルは球体である、ことを特徴とする請求の範囲第22項に記載の医療用モデル。

## 【請求項 26】

前記流動体は前記立体モデルと異なる色である、ことを特徴とする請求の範囲第22項に記載の医療用モデル。

## 【発明の詳細な説明】

## 技術分野

この発明は立体モデルに関する。更に詳しくは、被検体の血管などの体腔を再現した立体モデルに関する。

40

## 技術背景

脳血管を再現したシリコーンゴム製立体モデルが *University of Geneva Model* として知られている。この脳血管モデルは透明シリコーンゴム製の直方体中に脳血管が腔所として再現されており、当該腔所がモデル表面まで連通して開口している。この開口へ拍動流のポンプを接続して液体を流し込むことにより、*in vitro* の状態下で脳動脈瘤、硬膜動静脈奇形、血管狭窄などの病変をシュミレーションすることができる。また、当該開口を介して脳血管中へカテーテルや塞栓物質の挿入訓練をすることもできる。

この脳血管モデルは死体を元に作成されたものであり、脳血管に該当する腔所の形状はレ

50

ディーメイドで固定されている。

他方、CTスキャナー等により得られた被検体の断層像データに基づき立体的な生体モデルの形成方法が特開平5-11689号公報、特公平8-18374号公報、実開平6-13805号公報、特開2002-40928号公報、特開2001-5377号公報等に記載されている。

これらの方法によれば、撮影装置により等間隔に撮影することにより得られた複数枚の断層撮影データを基に、光造形によって対象とする諸器官と同一形状を有する立体モデルが形成される。従って、十分な断層撮影データが得られる限りにおいて、いかなる部位でも、その内部形状まで含めてオーダーメイドの立体モデルを形成することができる。

#### 発明の開示

本発明者らは、上記の脳血管モデルをオーダーメイドで作成すべく検討を重ねてきたところ、既述の特許文献で紹介されている断層像データに基づく立体モデルの形成方法を適用可能ではないかと考えた。

そこで、当該形成方法により脳血管モデルの作成を試みたところ、次の課題に突き当たった。

脳血管モデルを医療現場において *in vitro* の状態で使用するには、モデルに高い透明性と生体組織に似た弾力性及び柔軟性が要求される。しかしながら、上記の形成方法で用いられる光造形その他の積層造形法を実行する材料には、かかる要求を満足するものがない。

また、立体モデルの造形体積が大きくなり又は造形精度が高くなると、積層造形に要する時間が飛躍的に増大する。したがって、医療現場で要求される脳血管モデルを従来技術の形成方法で積層造形するには多大な時間が必要となる。そのため、モデル作成コストが高くなり、またモデルの作成に緊急を要する場合に対応できないことがある。

本発明者らは上記課題の少なくとも一つを解決すべく鋭意検討を重ねたところ下記本発明に想到した。即ち、

被検体の断層像データに基づき血管などの体腔モデルを積層造形する工程と、  
該体腔モデルの周囲を立体モデル成形材料で囲繞して該立体モデル成形材料を硬化させる工程と、

前記体腔モデルを除去する工程と、を含む立体モデルの製造方法。

この発明によれば、積層造形工程においては血管などの比較的体積の小さい領域（体腔モデル）を形成するので、その所要時間を短くすることができる。

また、積層造形された体腔モデルを立体モデル成形材料で囲繞して立体モデルの肉部を形成するので、当該立体モデル成形材料を任意に選択することにより、医療現場の要求に応じた立体モデルを形成することができる。例えば、シリコンゴムを用いることにより、透明でかつ生体に近い弾力性及び柔軟性を備えた脳血管モデル（立体モデル）を形成することができる。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の各要素について詳細に説明する。

（被検体の断層像データ）

被検体は人体の全体若しくは一部を対象とするが、動物や植物を断層撮影の対象とすることができる。また、死体を除くものではない。

断層像データは積層造形を実行するための基礎となるデータをいう。一般的に、X線CT装置、MRI装置、超音波装置などによって得られた断層撮影データから三次元形状データを構築し、当該三次元形状データを二次元に分解して断層像データとする。

以下、断層像データ生成の一例を説明する。

ここでは、体軸方向に平行移動しながら等間隔に撮影することによって得られた複数の二次元画像を入力データ（断層撮影データ）として使用する場合について説明するが、他の撮影方法によって得られた二次元画像、或いは三次元画像を入力画像とする場合でも同様な処理を行うことによって腔所の三次元形状データを得ることができる。入力された各二次元画像は、まず撮影時の撮影間隔に基づいて正確に積層される。次に、各二次元画像上

10

20

30

40

50

に、画像濃度値に関しての閾値を指定することにより、体腔モデルの対象とする腔所領域のみを各二次元画像中より抽出し、一方で他の領域を積層された二次元画像中より削除する。これにより腔所領域に相当する部分の三次元形状が二次元画像を積層した形で与えられ、この各二次元画像の輪郭線を三次元的に補間し、三次元曲面として再構成することにより対象とする腔所の三次元形状データが生成される。尚、この場合は濃度値に関しての閾値を指定することによって、まず入力画像中より腔所領域の抽出を行ったが、この方法とは別に、腔所表面を与える特定濃度値を指定することによって入力画像中より腔所表面の抽出し、三次元補間することによって直接的に三次元曲面を生成することも可能である。また、閾値指定による領域抽出（或いは特定濃度値指定による表面抽出）を行った後に入力画像の積層を行ってもよい。また、三次元曲面の生成はポリゴン近似によって行ってもよい。

尚、前記三次元形状データには、該三次元形状データの生成中、或いは生成後において、形状の修正や変更を施すことが可能である。例えば、断層撮影データ中には存在しない構造を付加することや、サポートと呼ばれる支持構造を付加することや、或いは断層撮影データ中の構造を一部除去することや、腔所の形状を変更することなどが可能であり、これによって、立体モデルの内部に形成される腔所の形状を自由に修正或いは変更することができる。さらには、腔所の内部に非積層造形領域を設けることも可能であり、後に説明する内部を中空の構造とし、非積層造形領域を設けた体腔モデルを作製する場合には、そのような非積層造形領域を腔所の内部に設けた三次元形状データを生成しておく。尚、これらの処理は、積層造形システム、或いは積層造形システムに対応したソフトウェアにおいて行ってもよい。

次に、生成した腔所の三次元形状データを、必要に応じて体腔モデルの積層造形に使用する積層造形システムに対応した形式に変換し、使用する積層造形システム、或いは使用する積層造形システムに対応したソフトウェアへと送る。

積層造形システム（或いは積層造形システムに対応したソフトウェア）では、積層造形時の体腔モデルの配置や積層方向などの各種設定項目の設定を行うと同時に、積層造形中における形状保持などの目的で、サポート（支持構造）をサポートが必要な箇所に付加する（必要なければ付加する必要はない）。最後に、このようにして得られた造形用データを積層造形時の造形厚さに基づいてスライスすることによって、積層造形に直接利用されるスライスデータ（断層像データ）を生成する。尚、上記の手順とは逆に、スライスデータの生成を行った後にサポートの付加を行ってもよい。また、スライスデータが使用する積層造形システム（或いは積層造形システムに対応したソフトウェア）によって自動的に生成される場合には、この手順を省略することができる。但し、この場合でも積層造形厚さの設定を行っても良い。サポートの付加についても同様であり、積層造形システム（或いは積層造形システムに対応したソフトウェア）によってサポートが自動的に生成される場合には、手動で生成する必要はない（手動で生成してもよい）。

上記の例では、断層撮影データから三次元形状データを構築しているが、データとして最初から三次元形状データが与えられた場合もこれを二次元に分解して次の積層造形工程に用いる断層像データを取得することができる。

当該画像処理において、生体情報を収集若しくは追加することができる。

ここに生体情報とは、眼球、鼻、骨などの生体組織の形状若しくは位置又はその向き（オリエンテーション）をいう。かかる生体情報は当該生体組織の三次元データ形状を形成し、これを画像処理することにより得ることができる。即ち、断層撮影データ（二次元画像）を画像処理して、三次元形状データを構成し、更には断層像データを形成するとき、当該断層像データに血管等の体腔に関するデータと眼球等その他の生体情報に関するデータを含ませることができる。かかる生体情報は三次元データを作成したときにオペレータが手動で追加することもできる。

この発明では血管などの体腔を対象としており、ここに体腔とは諸器官（骨格、筋、循環器、呼吸器、消化器、泌尿生殖器、内分泌器、神経、感覚器など）に存在する腔所、並びに、これらの諸器官や体壁などの幾何学的配置によって構成される腔所を指す。したがっ

て、心臓の内腔、胃の内腔、腸の内腔、子宮の内腔、血管の内腔、尿管の内腔などの諸器官の内腔や、口腔、鼻腔、口峽、中耳腔、体腔、関節腔、囲心腔などが「体腔」に含まれる。

#### (積層造形)

積層造形とは、断層像データに基づき薄い層を形成し、これを順次繰り返すことにより所望の造形を得ることをいう。

積層造形された体腔モデルは立体モデル成形材料で囲繞され、さらにそれから分解除去されなければならない。除去を容易にするため、積層造形に用いる材料を低い融点の材料とするか、若しくは溶剤に容易に溶解する材料とすることが好ましい。かかる材料としては低融点の熱硬化性樹脂若しくはワックス等を用いることができる。いわゆる光造形法（積層造形に含まれる）において汎用される光硬化性樹脂においてもその分解が容易であれば、これを用いることができる。

前記体腔モデルは、次の工程において立体モデル成形材料で囲繞する際に外部から付加される圧力等の外力に耐え得る強度を有する範囲であれば、その内部を中空構造とし薄肉化することができる。これによって、積層造形に所要される時間や造形に伴うコストが低減されるだけでなく、後の溶出行程において体腔モデルの溶出を簡素化できる。

具体的な積層造形の方式として、例えば粉末焼結方式、溶融樹脂噴出方式、溶融樹脂押出方式等を挙げることができる。

粉末焼結方式の積層造形では、平面状に敷設された粉末材料上に、断層像データに基づいて、レーザ等の加熱用ビームを走査することによって、粉末の表面を溶融させて粉末同士を接合させ、焼結された粉末薄層を形成する。このときすでに焼結されている下層の薄膜との接合も同時に行われる。次に、新たな粉末の薄層が再度上面に供給され、この行程を繰り返して粉末焼結層を順次形成すると同時に積層させていく方式の積層造形を行うことによって体腔モデルの積層造形を行う。

溶融樹脂噴出型の積層造形では、断層像データに基づいてノズルヘッドを平面上で走査させながら、ノズルより溶融した造形材料を噴出或いは滴下させ堆積固化させて薄層を形成し、この薄層を順次形成すると同時に積層させていく方式の積層造形を行うことによって体腔モデルの積層造形を行う。

溶融樹脂押出型の積層造形では、細いノズルから造形材料を押し出し、この細線状の材料を描画するようにノズルから送り出し固化させながら、断層像データに基づいてノズルヘッドを面上で走査させることによって薄層を形成し、これを積層する方式の積層造形を行うことによって体腔モデルの積層造形を行う。

尚、積層造形によって作製された体腔モデルには、積層造形の後に、表面研磨や、表面コーティングの付加など各種の加工（除去加工及び付加加工）を加えることが可能であり、これによって体腔モデルの形状を修正或いは変更することが可能である。これらの加工の一環として、体腔モデルの作製にあたって、積層造形後の除去が必要なサポートを付加した場合には、サポートの除去を行っておく。

体腔モデルの表面を他の材料でコーティングすることにより、体腔モデルの材料の一部の成分又は全部の成分が立体モデル成形材料中に拡散することを防止することができる。その他、体腔モデルの表面を物理的に処理（熱処理、高周波処理等）、若しくは化学的に処理することにより、当該拡散を防止することもできる。

体腔モデルは表面処理することにより、表面の段差を円滑化することが好ましい。これにより、立体モデルの内腔表面が円滑になり、より実際の血管等の体腔内表面を再現できることとなる。表面処理の方法として、体腔モデルの表面を溶剤に接触させること、加熱して表面を溶融すること、コーティングすること及びこれらを併用することが挙げられる。既述のように、生体情報が得られた場合には、体腔モデルと同時に当該生体情報を表示した標識を作成することが好ましい。製造工数の増加を抑制するためである。

#### (立体モデルの形成)

体腔モデルの一部又は全部を立体モデル成形材料で囲繞してこれを硬化し、体腔モデルを除去することにより立体モデルが形成される。即ち、体腔モデルは後の工程において所謂

10

20

30

40

50

ロストワックス用消失モデルとして使用される。ロストワックス用消失モデルとは、ロストワックス鑄造法と呼ばれる精密鑄造法で使用される模型のことで、この模型の周囲を微粒子の耐火物やセラミック耐火物でコーティングし、焼成した後にこの模型を溶かして除去することによって、前記消失モデルと同一形状を有する鑄造物を鑄造するための鑄型を製造する目的で使用されるものである。しかしながら、本発明では、積層造形により作製された体腔モデルを前記の鑄型製造の目的で使用するのではなく、立体モデル成形材料によってその周囲全体、或いは周囲の特定部分を満たし、当該立体モデル該成形材料を硬化させることによって立体モデルを形成した後、立体モデル内部に存在する体腔モデルのみを除去することによって、対象とする腔所と同一の形状ないし構造を持つ空洞を内部に有する立体モデルを製造する目的で使用する。

10

立体モデル成形材料は当該モデルの用途に応じて適宜選択される。例えば、シリコーンゴム（シリコーンエラストマー、シリコーンゲル）や熱硬化性のポリウレタンエラストマー等のエラストマー或いはゲルの他、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン、不飽和ポリエステル、フェノール樹脂、ユリア樹脂等の熱硬化性樹脂や、ポリメタクリル酸メチル等の熱可塑性樹脂を単独で、或いは複数組み合わせ使用することができる。これらの材料の硬化方法は周知の方法による。

立体モデルの対象を脳血管モデルとするときには、透明でかつ生体組織に近い弾力性及び柔軟性を備える材料を採用することが好ましい。かかる材料としてシリコーンゴム（シリコーンエラストマー又はシリコーンゲル）を挙げることができる。また、シリコーンゴムは生体組織と同等の接触特性を有するので、カテーテル等の医療器具を挿入し手術の試行に適したものとなる。

20

立体モデル形成材料を複数層から形成することができる。例えば、腔所の周りをより生体組織に近い特性（弾力性、柔軟性等）を有する材料で形成し、外周を耐久性の高い材料で形成することができる。

立体モデルの外形も任意に形成することができる。例えば、体腔モデルの周囲を成形材料で満たす際には、予め用意しておいた所望形状の外型を使用すると良い（この外型の内部を体腔モデルと成形材料で満たす）が、外型を使用せず、体腔モデルの表面にゾル或いは粉末状の成形材料を付着させ、これを硬化させることによって立体モデルを形成（ディッピング成形、スラッシュ成形）しても良い。外型を使用する場合には、後の外型の除去に備え、使用する前記成形材料との親和力の低い材料を使用することが望ましい。但し、外型の除去を行わず最終的に得られる立体モデルの一部としても良い。

30

尚、立体モデルの外部形状を外型によって成形する場合、外型の成形面の形状を対象とする腔所を内含する諸器官等の外部形状と一致させることによって、腔所と該腔所を内含する諸器官等の外部形状とを共に再現することが可能である。

立体モデルの外部形状は、対象とする腔所を内含する諸器官等の外部形状と一致させる必要はなく、他形状（例えば立方体形状など）で置き換えてもよい。例えば、透明性を有する成形材料を使用して立体モデルの製造を行う場合には、該立体モデルの外部形状に平面を設けることによって、該立体モデル内部に再現した腔所の認識性を向上させることができる。ここでいう平面は、腔所の認識に実質的な支障をきたさない範囲の曲面や凹凸面を含むものである。また、この平面を下面とすることにより立体モデルの載置安定性が向上する。

40

また、立体モデルの外部形状に対しては、成形材料の硬化による形成の後、各種の除去加工や付加加工を行ってもよく、これによって平滑化したり、形状に修正や変更を加えることができる。

血管を再現した体腔モデルは立体モデルの腔所を規定するものであり、この腔所へカテーテル等を挿入するためには、体腔モデルの端部を立体モデルの表面に表出させて、立体モデルにおいて腔所の端部が開口するようにする。

体腔モデルの形態によっては、立体モデルの表面へ表出しない場合があるが、その場合は体腔モデルの端部から柱状のガイド部を伸ばしてこれを立体モデルの表面へ表出させればよい。更には、立体モデルの形成後、立体モデルの表面からその中に埋設されている体腔

50

モデルの端部まで孔を穿設してもよい。

型を用いずに立体モデルを形成することもできる。例えば、体腔モデルの表面に立体モデル形成材料を膜状に形成する。体腔モデル（中実である）が血管を再現したものであるとき、当該膜状の立体モデルから体腔モデルを除去すると、当該血管の中実モデルが形成される。

体腔モデルの一部を立体モデル形成材料で膜状に囲繞し、残部は型を用いて立体モデル形成材料で厚肉に囲繞することができる。

ここに、型を用いたブロック状の立体モデルでは血管等の体腔の動的挙動を再現することができない。他方、膜状の立体モデルでは血管等の体腔の動的挙動をほぼ忠実に再現可能であるが、単独では形状を維持できないので、取り扱いが困難となる。そこで、ブロック状の立体モデルの一部を膜状に形成することが好ましい。例えば、ブロック状の立体モデル内に空隙部を設け、当該空隙部に位置する血管等の体腔を膜状に形成することができる。例えば、脳血管モデルにおいては、当該空隙部をくも膜下腔に対応させ、観察やカテーテル手術のシュミレーションが必要となる血管を当該くも膜下腔内に存在させる。これにより、観察時においては当該血管の動的挙動をリアルに再現可能となり、カテーテル手術においてはよりリアルなシュミレーションが可能になる。

生体情報を表示する標識を体腔モデルと併せて形成した場合には、この標識も立体モデル形成材料でその一部又は全部を囲繞する。標識と体腔モデルとを同一材料で形成した場合などにおいて、体腔モデルと同時に標識が除去されることが好ましくない場合には、標識は立体モデル形成材料で完全に覆われた状態としても良い。

（体腔モデルの除去）

中子として立体モデル成形材料中に埋設されている体腔モデルは、立体モデル成形材料の硬化後に、除去される。除去の方法は体腔モデルの造形材料に応じて適宜選択され、立体モデルに影響の出ない限り、特に限定されない。

体腔モデルを除去する方法として、（a）加熱により溶融する加熱溶融法、（b）溶剤により溶解する溶剤溶解法、（c）加熱による溶融と溶剤による溶解とを併用するハイブリッド法等を採用することができる。これらの方法により体腔モデルを選択的に流動化し、立体モデルの外部へ溶出させてこれを除去する。

体腔モデルの積層造形に使用する材料と、立体モデルの成形材料との間には、既述の加熱溶融法、溶剤溶解法、若しくはハイブリッド法のいずれを使用するか依存して、互に関連のある以下のような制約条件が課される。

（1）加熱溶融法により体腔モデルの溶出を行う場合には、下記（1-1）と（1-2）の両方の制約条件を満たす必要がある。

（1-1）体腔モデル造形材料は、加熱により溶融する。

（1-2）立体モデル成形材料は、制約条件（1-1）に記載の造形材料の溶融温度より低い温度において硬化可能であり、かつ、硬化後においては制約条件（1-1）に記載の造形材料の溶融温度より高い耐熱温度を有する。

この加熱溶融法では、体腔モデルの造形材料の溶融温度より高く、硬化後における立体モデルの成形材料の耐熱温度より低い温度に加熱することによって、立体モデル内部の体腔モデルを選択的に溶融し流動化させる。溶出前において体腔モデルは、立体モデルや、外型除去の順序に応じては外型と一体となった状態にあるが、前記制約条件（1-1）と（1-2）の両方が満足される場合には、これらの構造全体或いは一部分を加熱器等により加熱することによって体腔モデルを選択的に溶融することが可能である。尚、立体モデルの加熱は立体モデル外部より行うことも可能であるが、立体モデル内部や積層造形モデル内部に加熱電極を配置することや、外部からレーザー、高周波等を照射することなどによって、立体モデル内部より加熱を行うことも可能である。そして、この状態において体腔モデルを立体モデルの外部へ溶出させ除去を行う。この体腔モデルの溶出時には、重力や遠心力等の遠隔力や、衝撃や振動を与えることによって発生する慣性等を利用することができるが、体腔モデルが露出した部分に外圧（正圧、負圧）を掛けたり、他の液体を腔所内部に流し込むことによって溶出を促進することも可能である。また、立体モデル内部の

10

20

30

40

50



体腔モデル（特に溶出後に立体モデル内部に残留した体腔モデルの一部）は、固相の状態において、直接外力を加えたり衝撃や振動を与えたり直接把持することなどによって、立体モデルの外部に排除してもよい。この際、立体モデル内部の体腔モデルを複数の部分に分解してもよい。

この加熱溶解法の適用を可能とする体腔モデルの造形材料には、各種の熱可塑性樹脂（サーモプラスチック）（熔融時の流動性が高い（熔融時の粘性が低い）ものが好ましい）やワックス（油脂やパラフィン等）、或いは低融点金属や氷（水）などの他、立体モデルの形成に使用する成形材料の耐熱温度より低い温度において熔融する限りにおいて多様な材料を使用することができる。尚、これらの造形材料の選択は立体モデルに使用する成形材料の特性に応じて決定する必要がある（造形材料の特性に応じて成形材料を選択してもよい）。

10

（２）溶剤溶解法により体腔モデルの溶出を行う場合には、下記（２－１）と（２－２）の両方の制約条件を満たす必要がある。

（２－１）体腔モデル造形材料は、溶剤に溶解する（そのような溶剤が存在する）。

（２－２）立体モデル成形材料は、制約条件（２－１）に記載の溶剤の内、少なくとも一種類の溶剤（以下、特定溶剤と呼ぶ）に対して耐溶剤性を有する。

溶剤溶解法は、立体モデル内部に存在する体腔モデルを、溶剤によって選択的に溶解し流動化することにより、立体モデル内部より溶出させ、除去を行う方法であり、前記制約条件（２－１）と（２－２）の両方が満足される場合に限ってその適用が可能である。

20

この溶剤溶解法では、前記制約条件（２－２）によって与えられる特定溶剤を使用することにより、立体モデル内部の体腔モデルを選択的に溶解し流動化させる。溶出前において体腔モデルは、立体モデルや、外型除去の順序に応じては外型と一体となった状態にあるが、前記制約条件（２－１）と（２－２）の両方が満足される場合には、これらの構造全体或いは体腔モデルが露出した部分を含む一部分を前記特定溶剤に接触させることによって体腔モデルを選択的に溶解することが可能である。そして、この状態において体腔モデルを立体モデルの外部へ溶出させ除去を行う。この体腔モデルの溶出時には、加熱溶解法の場合と同じく、重力や遠心力等の遠隔力や、衝撃や振動を与えることによって発生する慣性等を利用することができる他、体腔モデルが露出した部分に外圧（正圧、負圧）を掛けたり、他の液体を腔所内部に流し込むことなどによって溶出を促進することも可能である。また、立体モデル内部の体腔モデル（特に溶出後に立体モデル内部に残留した体腔モデルの一部）は、固相の状態において、直接外力を加えたり衝撃や振動を与えたり直接把持することなどによって、立体モデルの外部に排除してもよい。この際、立体モデル内部の体腔モデルを複数の部分に分解してもよい。

30

この溶剤溶解法の適用を可能とする体腔モデルの造形材料には、シアノアクリレート（アセトンに溶解）や澱粉（水等に溶解）等の接着物質や、トルエンスルホンアミド樹脂（アセトン等に溶解）、ポリビニルアルコール（水等に溶解）などの可溶剤溶解性を有する各種樹脂、ワックス（油脂やパラフィン等）などの使用が可能である。尚、溶剤溶解法を実施する場合には、立体モデルに使用する成形材料が体腔モデルの溶解に使用する溶剤に対して耐溶剤性を有する必要がある、体腔モデルに使用する造形材料の選択は立体モデルに使用する成形材料の特性に応じて決定するとよい（造形材料の特性に応じて成形材料を選択してもよい）。

40

更に本発明者らの検討によれば、立体モデルにおいて体腔モデルの表出している部分を溶剤槽へ浸漬すれば、浸透圧の関係により体腔モデルが溶解するとともに、その内部に溶剤が吸い上げられ、溶剤界面より上に位置する体腔モデルまでもが順次溶解されることが確認できた。この場合、体腔モデルにおいて立体モデルに表出する部分以外の部分が全て立体モデル内に埋もれている場合も同様であることが確認されている。

（３）ハイブリッド法により体腔モデルの溶出を行う場合には、下記（３－１）と（３－２）の両方の制約条件を満たす必要がある。

（３－１）体腔モデル造形材料は、加熱により熔融し、かつ、溶剤に溶解する（そのような溶剤が存在する）。

50

(3-2) 立体モデル成形材料は、制約条件(3-1)に記載の造形材料の熔融温度より低い温度において硬化可能であり、かつ、硬化後においては制約条件(3-1)に記載の造形材料の熔融温度より高い耐熱温度を有すると同時に制約条件(3-1)に記載の溶剤の内、少なくとも一種の溶剤(特定溶剤)に対して耐溶剤性を有する。

ハイブリッド法は、先に詳述した加熱熔融法と溶剤溶解法とを併用することによって、立体モデル内部に存在する体腔モデルを、立体モデル内部より溶出させ、除去を行う方法であり、前記制約条件(3-1)と(3-2)の両方が満足される場合に限ってその適用が可能である。当該ハイブリッド法における体腔モデルの加熱方法並びに溶解方法は既述の加熱融解法及び溶剤溶解法で説明した方法を任意に組合せることができる。

例えば、このハイブリッド法では、(1)加熱によって立体モデル内部より体腔モデルを溶出する行程と、(2)溶剤によって立体モデル内部より体腔モデルを溶出する行程と、を任意の順序で実施することによって(或いは、各工程を任意の順序で複数回実施することによって)、立体モデル内部より前記体腔モデルの除去を行う。

ハイブリッド法では、上記の各工程を任意の順序で、必要に応じて複数回実施することが可能であり、例えば、加熱より体腔モデルを熔融し流動化させることにより体腔モデルの大半を立体モデル内部より溶出した後、立体モデルを室温まで冷却し、先の溶出によって形成された立体モデル内部の空洞領域に前記制約条件(3-2)によって与えられる特定溶剤を注入することで、表面張力などにより立体モデル内部に残留した体腔モデルの一部を再度流動化し、注入した溶剤と共に立体モデルの外部へ溶出することなども可能である。

このハイブリッド法の適用を可能とする体腔モデルの造形材料としては、前記加熱溶解法と前記溶剤溶解法の双方の適用を可能とする材料を使用することができ、トルエン、スルホンアミド樹脂などの熱可塑性樹脂(サーモプラスチック)や、ワックス(油脂やパラフィン等)などの使用が可能である。

加熱により体腔モデルの熔融を行う加熱熔融法やハイブリッド法によれば、体腔モデルの露出面積によらず立体モデル内部への熱拡散の進行に伴って非接触にて積層造形モデル全体を熔融し流動化することが可能であり、溶剤溶解法のように物理的な接触によって接触領域から次第に体腔モデルを溶解する場合には溶出が困難であるような複雑な形状、例えばアスペクト比の高い細管状の腔所などを容易に再現することが可能である。

以上では、加熱熔融法及び溶剤溶解法及びハイブリッド法により体腔モデルを立体モデルの内部より溶出する方法について説明を行ったが、これらの方法以外にも、露出部分から体腔モデルに直接外力を与えることや、立体モデルの外部より衝撃力や振動等を与えることや、直接把持することなどによってなどによって、立体モデル内部より体腔モデルを排除することも可能である。またこの際、立体モデル内部の体腔モデルを複数の部分に分解し、分解された各部分を立体モデル内部より取り出してもよい。尚、この方法によって体腔モデルの除去を行う場合には、内部を中空として体腔モデルを作製することによって、体腔モデルの分解を容易化することが可能である。

内部に腔所を再現した立体モデルは、立体モデル化の対象とする腔所を複数に分割し、分割された各腔所に対して本発明の製造方法を実施することにより各腔所を内部に再現した立体モデルを作製し、得られたそれぞれの腔所に対する立体モデルを組み合わせることによって、立体モデル化の対象とする腔所全体を再現した立体モデルを得ることも可能である。この場合、各腔所に対する立体モデルはそれぞれ異なる製造方法によって製造することも可能である。但し、本発明は複数に分割されたそれぞれの腔所に対する立体モデル及びその製造方法も発明の対象とするものである。

#### (拡散除去工程)

体腔モデルの造形材料及び立体モデルの成形材料の選択の如何、又は立体モデルの成形条件若しくは体腔モデルの除去条件の如何によっては、体腔モデルの材料の全部又は一部が立体モデルの成形材料中に拡散することが本発明者らの検討により明らかになった。かかる拡散が生じると、立体モデルの腔所の周囲が曇ってしまい、視認性が低下する。

そこでこの発明では、この拡散した体腔モデルの材料を立体モデル内から除去することを

一つの目的とする。

立体モデルが、特に、シリコンゴム等の弾性を有する材料によって構成される場合、溶出行程において体腔モデルを加熱によって溶融した際に、体腔モデルの造形材料の成分の一部が立体モデルの内部へと拡散し、立体モデル内部に曇り等を発生するおそれがある。この曇りの発生は、加熱により体腔モデルを溶融した際に、造形材料の成分が気化（蒸発）し、立体モデル内部へと拡散することに起因して発生すると考えられる。体腔モデルの溶出後に立体モデル内部に残留したこの拡散成分は、多くの場合（拡散成分が立体モデルの構成材料と化学的に結合する場合などを除く）、立体モデルを再度加熱することによって再度気化する（蒸発させる）ことが可能である。立体モデルの内部で気化した拡散成分の一部は、拡散により立体モデル内部より立体モデルの外部へと排出されるため、これによって立体モデル内部より拡散成分を除去することが可能である。さらに立体モデルの内部で気化した拡散成分は、冷却することによって、その一部、場合によってはその全てが立体モデル表面へと析出され、これによって立体モデル内部より拡散成分を除去することも可能であり、拡散除去行程では、これらの方法を利用することによって立体モデル内部より拡散成分の除去を行う。尚、成形材料としてエラストマー等の架橋ポリマーを使用する場合には、架橋密度の高い材料を選択して使用することによって、これらの方法による拡散除去の効果を高めることが可能である。

10

また立体モデル内部の拡散成分、特に色素などは加熱により分解が可能な場合も多く、これによって拡散により生じた曇り除去或いは変色することも可能である。但し、立体モデルの加熱は、立体モデルを構成する材料の耐熱温度より低い範囲内で行う必要があり、この方法は、この温度範囲内で拡散成分の分解が可能な場合にのみ適用が可能である。この拡散除去工程は、体腔モデルを除去した後に実行することも、当該除去の途中で実行することもできる。また、除去の途中及び除去の後でそれぞれ実行することもできる。

20

（生体情報の標識）

オーダーメイドの立体モデルを目的とする本発明において、再現された血管等の体腔と他の生体組織との対応関係、被検体の向きその他の生体情報が要求される場合がある。

断層像データには、血管等の体腔に関する情報の他にも生体情報を含んでいるので、これから当該他の生体情報を抽出することができる。例えば、断層像データから他の生体情報を含む三次元イメージを形成し、立体モデルと当該イメージを目視により比較して、立体モデルの表面若しくは内部に当該生体情報を示した標識を形成することができる。例えば、生体情報として被検体の向きを上下左右の文字又は記号として、立体モデルの表面に記載してもよい。その他、当該生体情報と併せて若しくは別個に、断層像データの特定情報（被撮影者名、撮影日時、撮影病院、撮影条件等）を記載することもできる。

30

当該標識は、既述の通り、断層像データを解析することにより体腔モデルと併せて形成することもできる。体腔モデルを積層造形する際に当該標識も併せて形成し、後に除去することによって、当該標識の形状を立体モデルの一部に残すことや、あるいは、立体モデル中に埋め込むことができる。また、体腔モデルと同時に当該標識を外側へ排出し、その後、形成された空洞部に着色したシリコンゴム等を注入してこれを標識とすることもできる。

かかる標識として、被検体の向き（オリエンテーション）を示すものの場合、被検体の向きを示す記号若しくは文字が表面に記載された立方体、矢印、被検体のミニチュア等を採用することができる。

40

当該生体情報として、立体モデルにおいて血管等の体腔以外の生体組織（骨組織、眼球等）に対応する部分の色を変更することができる。また、当該生体組織も腔所にしてもよい。更には、当該生体組織の形状を立体モデルから分離可能とすることもできる。また、当該生体組織の外殻を立体モデル中に描画することもできる。

（医療モデル）

本発明者らは、当初立方体の立体モデルを作成した。この場合、エッジの部分から腔所の様子（即ち、血管の形状）を正確に視認することができなかった。

そこで、立体モデルからエッジをなくすためこれを球形にしたところ、全体がレンズとな

50

り腔所形状の視認がより困難になった。

この発明は、立体モデルのかかる課題を解決し、視認性に優れたモデルを提供することを他の目的とする。

本発明者らはかかる課題を解決すべく鋭意検討を重ねてきたところ、次の発明に想到した。即ち、立体モデルの成形材料と実質的に等しい屈折率の透光性流動体中に立体モデルを浸漬する。

これにより、視覚的には立体モデルと透光性流動体が一体となるので、たとえ立体モデルにエッジがあったとしてもまた立体モデルが曲面を有していたとしても、透光性流動体の視野面（観察される面）が平面性を備えておれば、腔所の観察障害は生じない。ここで平面とは実質的に腔所の観察障害が生じない程度の曲面及び／又は凹凸を含んでいてもよい。

即ち、透光性流動体をケース（筐体）中に充填し、その中に立体モデルを全体的若しくは部分的に浸漬する。そして、当該立体モデルを変動させて立体モデルにおける観察の要求される部位を当該ケースの観察面（平明）へ向ける。当該観察要求部位方向にエッジがあったとしても、当該透光性流動体によりそのエッジが消され、ケースの観察面では明瞭に観察することができる。

以下、この発明の実施例について説明する。

#### （第1実施例）

立体モデル化の対象とする脳血管及び及び患部である脳動脈の形状に関する三次元データを得るため、撮影領域の血管内部へ造影剤を投与しながら、患者の頭部に対して、 $0.35 \times 0.35 \times 0.5$  mmの空間分解能を持つヘリカルスキャン方式のX線CT装置により撮影を行った。撮影により得られた三次元データは、3次元CADソフトへの受け渡しのため、体軸方向に等間隔に配列された500枚の $512 \times 512$ の解像度をもつ256階調の二次元画像（断層撮影データ）に再構成した後、各二次元画像に対応する画像データを撮影方向に一致する順序で前記X線CT装置に内蔵されたドライブにより5.25インチ光磁気ディスクへ保存した。

次に、パーソナルコンピュータに外部接続した5.25インチ光磁気ドライブによって、前記画像データをコンピュータ内部の記憶装置へ取り込み、この画像データから、市販の3次元CADソフトを利用して、積層造形に必要とされるSTL形式（三次元曲面を三角形パッチの集合体として表現する形式）の三次元形状データを生成した。この変換では、入力された二次元画像を撮影間隔に基づいて積層することによって、濃度値をスカラー量とする三次元のスカラー場を構築し、そのスカラー場上に血管内表面を与える特定の濃度値を指定することによって、アイソサーフェス（特定スカラー値の境界面）として血管内腔の三次元形状データを構築した後、構築されたアイソサーフェスに対して三角形ポリゴン近似のレンダリングが行われる。

なお、この段階で、三次元形状データに付加データを加え、体腔モデルの端部からガイド部3を膨出させた（図1参照）。このガイド部3は、図2に示すように、中空柱状の部材である。中空部31を備えることにより、積層造形時間の短縮を図っている。このガイド部3の先端は拡張されており、この部分が立体モデル表面に表出して、大径な開口部15（図3参照）を形成することとなる。

生成したSTL形式の三次元形状データを、次に溶融樹脂噴出方式の積層造形システムへと転送し、造形システム内でのモデルの配置や積層方向、積層厚さを決定すると同時にモデルに対してサポートを付加した。

このようにして生成された積層造形用のデータをコンピュータ上で所定の積層造形厚さ（ $13 \mu\text{m}$ ）にスライスして多数のスライスデータを生成した。そして、このようにして得られた各スライスデータに基づいて、p-トルエンスルホンアミドとp-エチルベンゼンスルホンアミドを主成分とした造形材料（融点：約100度、アセトンに容易に溶解）を加熱により溶融して噴出することにより、各スライスデータに一致する形状を有する指定厚さの樹脂硬化層を一面ずつ積層形成することによって積層造形を行った。最終層の形成の後にサポートを除去することによって、図1に示す脳血管内腔領域の積層造形モデル（体

10

20

30

40

50

腔モデル) 1を作成した。

更に、この体腔モデル1を80℃の水槽にほぼ30分間浸漬した。これにより、体腔モデル1の表面が分解し、円滑になった。

一方で、立体モデルの外部形状を成形する目的で使用する外型を機械加工により作成した。この外型の内部成形面は立方体形状をしており、外型を構成する部材は組立・分離が可能である。この注型成形用外型の内部に体腔モデル1を配置した後、モデルの端部を外型内面に接着することによって両者の固定することにより型を作成した。

このようにして作成された型の内部に、加熱による短時間での重合硬化が可能な透明度の高い二液混合型の液体状シリコンエラストマーを流し込み、75℃の恒温層内で1時間加熱することにより重合硬化させ、図3に示す立体モデル11を形成した。そして十分な硬化が得られたことを確認した後、外型を構成する部材を順次分離して取り外した。

このようにして得られた直方体形状の立体モデル11を120℃の恒温層内で1時間加熱することにより、立体モデル11の内部に存在する体腔モデル1を溶融し、立体モデル11の外部へ溶出を行った。尚、この溶出は、体腔モデル1の端部が立体モデル11より露出していた部分(開口部15)から行った。加熱溶融による造形材料の溶出後、ブロック全体を室温まで冷却し、積層造形モデルの溶出によって立体モデル11の内部に形成された空洞部にアセトンを注入した。これにより、立体モデル11内部に残留した体腔モデル造形材料を溶解し、溶液化した造形材料を立体モデルの外部へ溶出した。これにより、立体モデル11内部より体腔モデル1が完全に除去され、脳血管内腔13を内部に再現した立体モデル11を得た。

最後に、体腔モデル1の溶融時に立体モデル11の材料部分12へと拡散した前記造形材料の成分を排除するため、再度、120℃に設定された恒温層内で前記立体モデル11を1時間加熱し、前記成分を蒸発させ、これによって除去を行った。

このようにして作製した脳血管内腔13を有する立体モデル11は、成形材料に透明度の高いシリコンエラストマーを使用したことによって高い透明性を有し、さらに外部形状を直方体形状として平面14を設けたことによって、立体モデル11内部に再現された脳血管内腔13の形状や構造、及び、患部を再現した脳動脈瘤の形状が目視によって容易かつ正確に認識されるものであった。さらに、作製した脳血管の立体モデルは、その内部に潤滑液を注入することで、医療器具であるカテーテルの挿入に対して、実際の脳血管手術時と非常によく似た挿入感覚や操作感覚を呈するものであった。

#### (第2実施例)

この実施例の立体モデル41は球体であり、脳血管内腔43を有する(図4参照)。この立体モデル41の製造方法及び成形材料は、外型の形状を除き、第1実施例と同一である。

この実施例の立体モデル41には、内部に立方体形状の標識45が埋設されている。この標識45の各面には患者の顔の向きが記載されている。球体の立体モデル41はその位置が安定しないので、かかる標識45を設けることでその脳血管内腔43のオリエンテーションを正確に把握できることとなる。

かかる標識45に示される方向は断層像データから抽出される眼球及び骨組織の位置からコンピュータ処理により特定される。特定された向きに配置されるように、この標識45と体腔モデルとが同時に積層造形される。この標識45は立体モデル41内に埋設されるので、体腔モデルの除去工程において分解されることがない。オペレータがマニュアルでこの標識45を形成することも可能である。

図5には、他の態様の標識46を示した。この標識46は矢印で方向を示している。矢印の色若しくは太さに変化を設けることにより、具体的な方向を表すことができる。例えば、右側を緑色、左側を赤色、上側を黒色とすれば、立体モデルが回転しても脳血管内腔のオリエンテーションを特定することができる。

#### (第3実施例)

図6にこの実施例の医療用モデル51を紹介する。この医療用モデル51は第2実施例で説明した球体形状の立体モデル41、ケース53及びケース53内に充填される透光性流

10

20

30

40

50

動体 5 4 を備えている。

ケース 5 3 は全体が透明板（アクリル板等）で形成されている。上側の蓋部 5 5 は側壁にヒンジ 5 6 で結合され、開閉可能である。透光性流動体 5 4 はシリコンゴム製の立体モデル 4 1 と同一の屈折率を有する透明な液体である。この実施例では当該透光性流動体 5 4 として等屈折率を有するシリコンオイルを使用した。また、水へ屈折率調合剤を溶解することにより、所望の透光性流動体を得ることができる。

立体モデル 4 1 は球体であるのでその全面が凸レンズとなり、内部の脳血管腔所を正確に視認することができない。かかる立体モデル 4 1 を透光性流動体 5 4 内に浸漬すると、立体モデル 4 1 の形成材料と透光性流動体 5 4 とが同一の屈折率を有するので立体モデル 4 1 の表面での光の屈折がなくなり、当該表面でのレンズ効果が消される。よって、ケース 5 3 を介して実寸大の脳血管腔所を観察することができる。実施例ではケース 5 3 の観察面にメモリが刻印されている。図 6 では、説明のためにケース 5 3 内に立体モデル 4 1 の外殻形状を記載したが、実際には立体モデル 4 1 の外殻形状は殆ど視認されない。

図 6 の例において、ケース 5 3 には立体モデル 4 1 を固定するためのリテーナ 6 1、6 1 並びに、立体モデル 4 1 を回転させるためのローラ 7 1、7 3 が設けられている。リテーナ 6 1、6 1 は圧縮コイルばね 6 2 と球状支持部 6 3 とを備え立体モデル 4 1 をローラ 7 1、7 3 側へ押圧し、もって立体モデル 4 1 を安定的に停止させている。ローラ 7 1、7 3 はこれを回転させることにより、立体モデル 4 1 をそれぞれの回転方向へ回転させるものである。ローラ 7 1、7 3 にはそれぞれロッド 7 4、7 5 が連結されケース 5 3 の外部から回転させることができる。

ケース 5 3 には、図 7 に示すように開口 8 0 が設けられており、この開口を介して立体モデル 4 1 に形成された脳血管腔所の任意の端部へカテーテル 8 3 が挿入可能となっている。

#### （第 4 実施例）

図 8 に他の実施例の立体モデル 9 1 を示す。この立体モデル 9 1 は、図 1 の体腔モデル 1 からガイド部 3 を除いたものへシリコンゴムをほぼ 1 mm の厚さに塗布し、その後、体腔モデルを実施例 1 と同様の方法で除去して得られたものである。当該塗布の方法は体腔モデル 1 をシリコンゴム槽へディッピングし、取り出した後に体腔モデル 1 を回転させながら乾燥させることによる。かかる立体モデル 9 1 によれば、脳血管がよりリアルに再現されることになり、カテーテル手術の試行等により有効になる。

#### （第 5 実施例）

図 9 に他の実施例の立体モデル 1 0 1 を示す。この立体モデル 1 0 1 は、ブロック状の本体部 1 0 2 内に空隙部（くも膜下腔に対応）1 0 3 を有し、当該空隙部 1 0 3 内において血管部分 1 0 5 が、図 8 と同様に、膜状に形成されている。このように構成された立体モデル 1 0 1 によれば、外郭がブロック状に形成されているので取り扱いが容易であるとともに、詳細な観察の要求される血管部分 1 0 5 が膜状であるので、その動的挙動がよりリアルに再現されかつカテーテル手術もよりリアルに試行できることとなる。

図 9 に示す立体モデル 1 0 1 は次のようにして形成できる。

まず図 8 の実施例と同様の方法で体腔モデルの周囲に立体モデル材料を膜状に形成する。他方、空隙部 1 0 3 内に位置する血管を 3 次元方向に約 3 倍に拡大した体腔モデルを中空に形成して、その中に既述の膜状立体モデル（その内部に体腔モデルが心材として存在する）を挿入する。この実施例では、拡大した体腔モデル 1 1 0 を一旦分割して、その中へ膜状の立体モデル 1 1 3 をセットし、分解した体腔モデル 1 1 0 を再構築する。図 9 に体腔モデル 1 1 0 の分割ラインが記載されている。そして、拡大した体腔モデル 1 1 0 の開口部と膜状立体モデル 1 1 3 との間を体腔モデルと同一又は同種の充填材で充填する。このような組付け体を直方体の外枠内にセットし、当該外枠内にシリコンエラストマーを充填する。シリコンエラストマーが硬化した後、実施例 1 と同様にして、体腔モデルの材料を消失させ、更に立体モデル内に拡散した体腔モデル材料の除去を行う。これにより、膜状モデル 1 1 3 の内部が中空となるとともに体腔モデル 1 1 0 に対応した部分に空隙部 1 0 3 が形成される。なお、体腔モデル 1 1 0 には突起 1 1 1 が形成されてこれが立体

10

20

30

40

50

モデルの外部へ表出している。当該表出部分より体腔モデルの材料を外部へ排出することができる。

この実施例では、血管部分105を拡大して空隙部103に対応した体腔モデル110を形成した。空隙部103が血管部分105の動的挙動の自由度を高めるものであることに鑑みれば、空隙部103の形状は特に限定されるものではない。したがって、空隙部103の形状を単純化することができる。例えば、球形、楕円形等とすることができる。その結果、分割・再構築が容易な形状に体腔モデル110を設計することができ、この発明の立体モデル101の製造が容易になる。また、膜状立体モデル113を中子として体腔モデル110を型成形することもできる。また、くも膜下腔の立体形状を断層撮影データに基づき形成し、当該立体形状から体腔モデルを形成してもよい。更には、標準的なくも膜下腔をレディーメードで準備し、これを体腔モデルとして使用することもできる。

10

なお、空隙部103には水等の透明な液体を充填できるようにすることが好ましい。空隙部103に何ら透明な液体が充填されていないと、空隙部103の周壁で光が乱反射してその内部の血管部分105が視認できなくなるからである。血管部分の視認性を向上するためには、空隙部103に立体モデル成形材料と実質的に等しい屈折率のシリコンオイルを充填することが好ましい。体腔モデル110の材料を排出した開口部104よりかかる透明な液体を空隙部103内へ注入することができる。水に屈折率調合剤を配合することにより、立体モデル成形材料と実質的に等しい屈折率を有するものとされた透明液体を用いることができる。

空隙部103にシリコンオイル等の液体を充填することにより、空隙部103が現実のくも膜下腔により近いものとなり、血管部分の動的挙動がよりリアルになるとともに、カテーテル手術もよりリアルに試行できることとなる。

20

この発明は、上記発明の実施の形態及び実施例の説明に何ら限定されるものではない。特許請求の範囲の記載を逸脱せず、当業者が容易に想到できる範囲で種々の変形態様もこの発明に含まれる。

#### 【図面の簡単な説明】

図1はこの発明の実施例で積層造形された体腔モデルを示す斜視図である

図2は体腔モデルに付加されたガイド部を示す斜視図である。

図3は実施例の立体モデルを示す斜視図である。

図4は他の実施例の立体モデルを示す。

30

図5は他の実施例の立体モデルに付加された標識を示す。

図6はこの発明の実施例の医療用モデルを示す斜視図である。

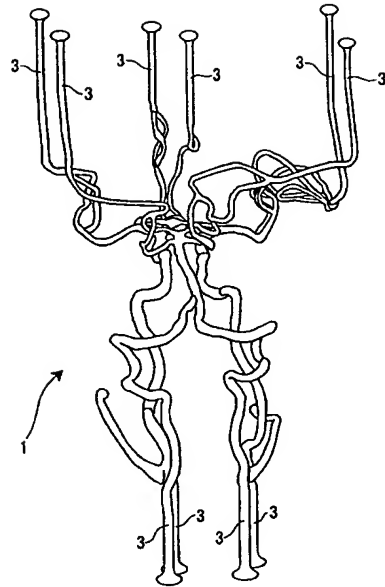
図7は同じく医療用モデルの使用態様を示す。

図8他の実施例の立体モデルを示す斜視図である。

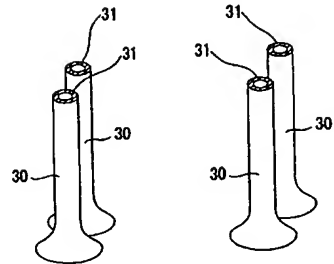
図9他の実施例の立体モデルを示す斜視図である。

図10は、図9の立体モデルの製造方法を示す模式図である。

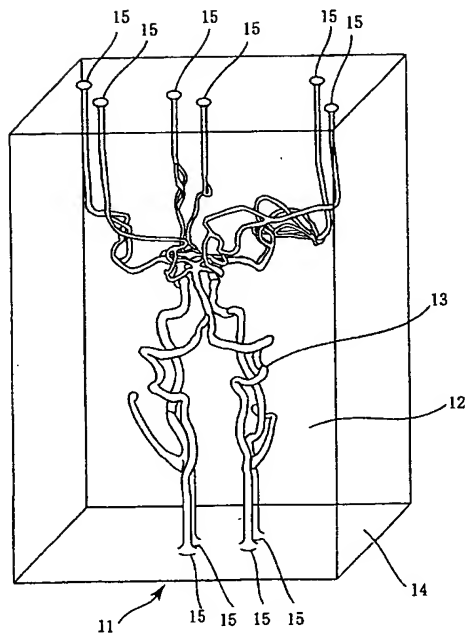
【図 1】  
Fig.1



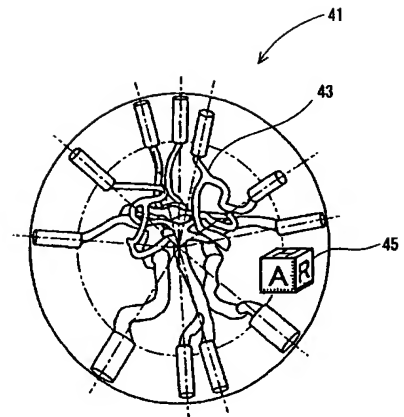
【図 2】  
Fig.2



【図 3】  
Fig.3

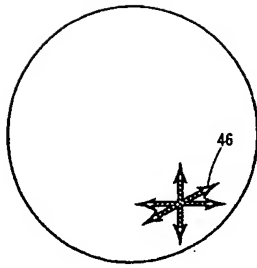


【図 4】  
Fig.4

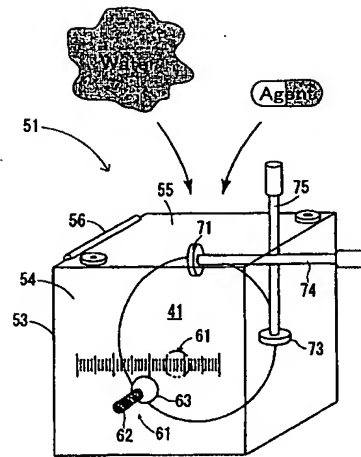




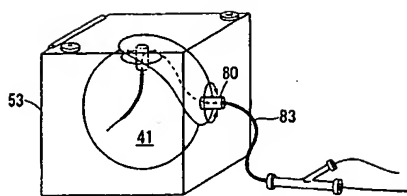
【図 5】  
Fig.5



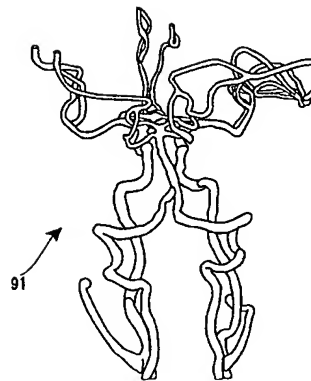
【図 6】  
Fig. 6

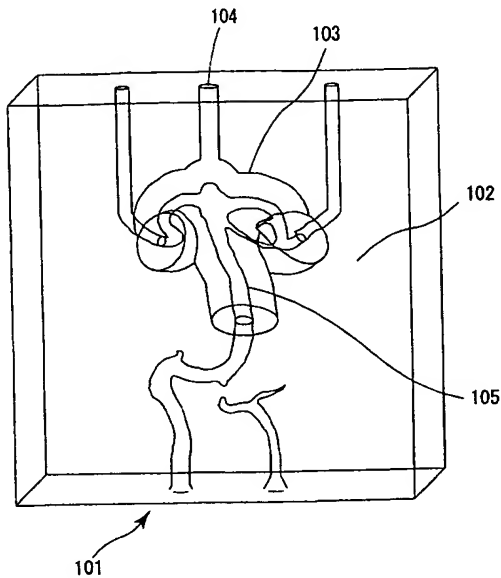
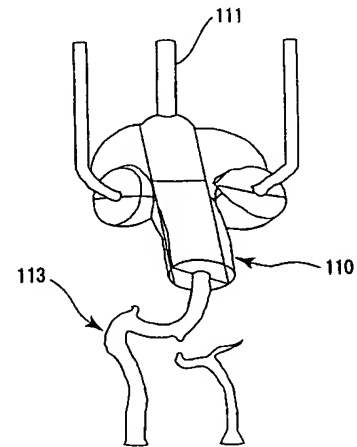


【図 7】  
Fig. 7



【図 8】  
Fig. 8



【図 9】  
Fig. 9【図 10】  
Fig. 10

## 【手続補正書】

【提出日】平成16年4月12日(2004.4.12)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体の断層像データに基づき血管などの体腔モデルを積層造形する工程と、

該体腔モデルの周囲を立体モデル形成材料で囲繞して該立体モデル形成材料を硬化させる工程と、

前記体腔モデルを除去する工程と、を含む立体モデルの製造方法。

【請求項2】

前記体腔モデルを除去する工程は、前記体腔モデルを溶剤に溶解させる、前記体腔モデルを熱で溶融させる、又は前記体腔モデルを溶剤に溶解することと熱で溶解することとを併用することを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

【請求項3】

前記体腔モデルの一部又は全部に前記立体モデル形成材料が薄膜に形成されている、ことを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

【請求項4】

前記体腔モデルの表面を円滑にする工程が更に含まれる、ことを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

【請求項5】

前記体腔モデルを除去するとともに又は除去した後に、前記立体モデル形成材料中に拡散

した前記体腔モデルの材料を除去する拡散除去工程を更に含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 6】

前記拡散除去工程は加熱により行う、ことを特徴とする請求項 5 項に記載の製造方法。

【請求項 7】

前記体腔モデルを積層造形する工程は、粉末状の造形材料上にレーザーを走査すること、ノズルより造形材料を噴出若しくは滴下すること、若しくはノズルより造形材料を押出すことにより行われる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 8】

前記被検体の断層像データに基づき該被検体の生体情報及び／又は断層像データ特定情報を示す標識を形成する工程が更に含まれる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 9】

前記立体モデル成形材料により、前記体腔モデルとともに前記標識も囲繞され、該標識は前記立体モデル内に残される、ことを特徴とする請求項 8 に記載の製造方法。

【請求項 10】

前記体腔モデルが表出するように、該体腔モデルを前記立体モデル成形材料で囲繞し、該立体モデルが表出した部分を溶剤に浸漬して該体腔モデルを溶解除去する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 11】

透光性材料からなり、被検体の断層像データに基づき形成された体腔を再現した腔所をその内部に有し、

該断層像データを解析して得られた生体情報を表示する標識が備えられている、ことを特徴とする立体モデル。

【請求項 12】

前記生体情報は前記被検体のオリエンテーションを示す、ことを特徴とする請求項 11 に記載の立体モデル。

【請求項 13】

透光性材料からなり、被検体の断層像データに基づき形成された体腔を再現した腔所をその内部に有する立体モデルであって、

前記透光性材料が膜状に形成されている、ことを特徴とする立体モデル。

【請求項 14】

透光性材料からなり、被検体の断層像データに基づき形成された体腔を再現した腔所をその内部に有する立体モデルであって、

前記透光性材料が膜状に形成された部分とソリッド状に形成された部分を有する、ことを特徴とする立体モデル。

【請求項 15】

前記膜状に形成された部分がソリッド状に形成された部分の空隙部内に位置する、ことを特徴とする請求項 14 に記載の立体モデル。

【請求項 16】

前記空隙部に透光性の液体が充填されている、ことを特徴とする請求項 15 に記載の立体モデル。

【請求項 17】

前記液体は前記透光性材料と実質的に等しい屈折率を有する、ことを特徴とする請求項 16 に記載の立体モデル。

【請求項 18】

前記空隙部へ液体を充填するための充填口が形成されている、ことを特徴とする請求項 15 に記載の立体モデル。

【請求項 19】

透光性材料からなり、被検体の断層像データに基づき形成された体腔を再現した腔所をそ

の内部に有する立体モデルの形成材料と実質的に等しい屈折率の透光性流動体を備え、  
前記立体モデルが前記流動体中に浸漬されている、ことを特徴とする医療モデル。

【請求項 20】

前記透光性流動体のケースが更に備えられ、前期立体モデルを前記ケースに対して固定する装置が備えられたいる、ことを特徴とする請求項 19 に記載の医療用モデル。

【請求項 21】

前記立体モデルを変動させる装置が備えられている、ことを特徴とする請求項 20 に記載の医療モデル。

【請求項 22】

前記立体モデルは球体である、ことを特徴とする請求項 19 に記載の医療用モデル。

【請求項 23】

前記流動体は前記立体モデルと異なる色である、ことを特徴とする請求項 19 に記載の医療用モデル。

【手続補正書】

【提出日】平成16年7月26日(2004.7.26)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体の断層像データに基づき、該被検体の腔所領域を抽出して該腔所領域に相当する体腔モデルを積層造形する工程と、

該体腔モデルの周囲を立体モデル成形材料で囲繞して該立体モデル成形材料を硬化させる工程と、

前記体腔モデルを除去する工程と、を含む立体モデルの製造方法。

【請求項 2】

前記立体モデル成形材料は透明材料からなる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の立体モデルの製造方法。

【請求項 3】

前記立体モデル成形材料は生体組織に近い特性を有する材料からなる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の立体モデルの製造方法。

【請求項 4】

前記立体モデル成形材料は透明かつ生体組織に近い特性を有する材料からなる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の立体モデルの製造方法。

【請求項 5】

前記体腔モデルの表面を円滑にする工程が更に含まれる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の立体モデルの製造方法。

【請求項 6】

前記被検体の断層像データに基づき該被検体の生体情報及び／又は断層像データ特定情報を示す標識を形成する工程が更に含まれる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 7】

前記立体モデル成形材料により、前記体腔モデルとともに前記標識も囲繞され、該標識は前記立体モデル内に残される、ことを特徴とする請求項 6 に記載の製造方法。

【請求項 8】

前記体腔モデルが表出するように、該体腔モデルを前記立体モデル成形材料で囲繞し、該体腔モデルが表出した部分を溶剤に浸漬して該体腔モデルを溶解除去する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の製造方法。

## 【請求項 9】

前記体腔モデルの一部又は全部に前記立体モデル成形材料が薄膜に形成されている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の製造方法。

## 【請求項 10】

被検体の断層像データに基づき、該被検体の腔所領域を抽出して該腔所領域に相当する体腔モデルを積層造形する工程と、

該体腔モデルの表面を円滑にする工程と、

該体腔モデルの周囲を透明かつ生体組織に近い特性を有する立体モデル成形材料で囲繞して該立体モデル成形材料を硬化させる工程と、

前記体腔モデルを除去する工程と、を含む立体モデルの製造方法。

## 【請求項 11】

前記体腔モデルの一部又は全部に前記立体モデル成形材料が薄膜に形成されている、ことを特徴とする請求項 10 に記載の製造方法。

【国際調査報告】

(R)60350290123



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05590

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G09B23/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G09B23/30, A61B19/00, B29C67/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 5-11689 A (Sekisui Chemical Co., Ltd. et al.), 22 January, 1993 (22.01.93), Page 2, column 2, line 32 to page 4, column 6, line 16; Fig. 1 (Family: none)	1, 2, 5, 7, 10, 11, 13, 14 3, 4, 6, 8, 9, 12, 15-26
Y	US 5559712 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA), 24 September, 1996 (24.09.96), Column 7, lines 38 to 59; column 10, lines 23 to 33; column 11, line 63 to column 12, line 34; Fig. 20 & JP 6-98896 A	3, 4, 6, 8, 9, 12, 15-26
A	US 2002/0010526 A1 (Ryuya ANDO et al.), 24 January, 2002 (24.01.02), Full text; all drawings & DE 10122180 A1 & JP 2002-86576 A	1-26

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
28 July, 2003 (28.07.03)Date of mailing of the international search report  
12 August, 2003 (12.08.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

2

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP03/05590	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl <sup>1</sup> G09B23/30			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl <sup>1</sup> G09B23/30, A61B19/00, B29C67/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年			
国際調査で使った電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X	JP 5-11689 A (積水化学工業株式会社 外1名) 1993. 01. 22, 第2頁第2欄第32行~第4頁第6欄第1	1, 2, 5, 7, 10, 11, 13, 14	
Y	6行, 図1 (ファミリーなし)	3, 4, 6, 8, 9, 12, 15-26	
Y	US 5559712 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 1996. 09. 24, 第7欄第38~59 行, 第10欄第23~33行, 第11欄第63行~第12欄第34 行, 図20 & JP 6-98896 A	3, 4, 6, 8, 9, 12, 15-26	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 28. 07. 03		国際調査報告の発送日 12.08.03	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 松川 直樹 電話番号 03-3581-1101 内線 3264	

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1998年7月)

31

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP03/05590
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 2002/0010526 A1 (RYUYA ANDO 他6名) 2002. 01. 24, 全文, 全図 & DE 10122180 A1 & JP 2002-86576 A	1-26



## フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AI., AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, M W, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100114362

弁理士 萩野 幹治

(72)発明者 福田 敏男

愛知県名古屋市東区矢田町2丁目6番地 名大矢田宿舍122号室

(72)発明者 新井 史人

愛知県名古屋市千種区青柳町6丁目5番地の1 メイツ千種青柳501号

(72)発明者 池田 誠一

岡山県津山市高野本郷1258番地の4

(72)発明者 根来 眞

愛知県名古屋市千種区池上町2丁目19番地 三旺第三東山605号室

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3

Publication Number: WO/2003/096308 International Application No.: PCT/JP2003/005590

Publication Date: 20.11.2003 International Filing Date: 01.05.2003

Int. Class.: G09B 23/30 (2006.01)

**Applicants:** NAGOYA INDUSTRIAL SCIENCE RESEARCH INSTITUTE [JP/JP]; 10-19, Sakae 2-chome, Naka-ku, Nagoya-shi, Aichi 460-0008 (JP) (AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BE, BF, BG, BJ, BR, BY, BZ, CA, CF, CG, CH, CI, CM, CN, CO, CR, CU, CY, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, FR, GA, GB, GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GR, GW, HR, HU, ID, IE, IL, IN, IS, IT, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MC, MD, MG, MK, ML, MN, MR, MW, MX, MZ, NE, NI, NL, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SI, SK, SL, SN, SZ, TD, TG, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW only).

FUKUDA, Toshio [JP/JP]; 122, Meidai Yada Shukusha, 66, Yada-cho 2-chome, Higashi-ku, Nagoya-shi, Aichi 461-0042 (JP) (JP, US only).

ARAI, Fumihito [JP/JP]; 501, Mates Chikusa Aoyagi, 5-1, Aoyagi-cho 6-chome, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi 464-0852 (JP) (JP, US only).

IKEDA, Seiichi [JP/JP]; 1258-4, Takanohongo, Tsuyama-shi, Okayama 708-1125 (JP) (JP, US only).

NEGORO, Makoto [JP/JP]; 605, Sano Daisan Higashiyama, 19, Ikegami-cho 2-chome, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi 464-0029 (JP) (JP, US only).

**Inventors:** FUKUDA, Toshio [JP/JP]; 122, Meidai Yada Shukusha, 66, Yada-cho 2-chome, Higashi-ku, Nagoya-shi, Aichi 461-0042 (JP).

ARAI, Fumihito [JP/JP]; 501, Mates Chikusa Aoyagi, 5-1, Aoyagi-cho 6-chome, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi 464-0852 (JP).

IKEDA, Seiichi [JP/JP]; 1258-4, Takanohongo, Tsuyama-shi, Okayama 708-1125 (JP).

NEGORO, Makoto [JP/JP]; 605, Sano Daisan Higashiyama, 19, Ikegami-cho 2-chome, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi 464-0029 (JP).

**Agent:** KONISHI, Tomimasa; 7F, Marunouchi Estate Bldg., 17-12, Marunouchi 2-chome, Naka-ku, Nagoya-shi, Aichi 460-0002 (JP).

**Priority Data:** 2002-173404 10.05.2002 JP  
2003-25312 31.01.2003 JP

**Title:** THREE-DIMENSIONAL MODEL

**Abstract:** A three-dimensional model, wherein coelom models such as blood vessels are stackingly molded based on tomogram data on a subject, the peripheries of the coelom models are surrounded by a three-dimensional model forming material, the three-dimensional model forming material is hardened, and the coelom models are fused or molten and removed, whereby a specified three-dimensional model can be formed.

**Designated States:** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

African Regional Intellectual Property Org. (ARIPO) (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW)

Eurasian Patent Organization (EAPO) (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)

European Patent Office (EPO) (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR)

African Intellectual Property Organization (OAPI) (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publication Language:** Japanese (JA)

**Filing Language:** Japanese (JA)

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

The process which carries out laminating molding of the coelome models, such as a blood vessel, based on the tomogram data of analyte,

The process which the perimeter of this coelome model is surrounded [ process ] with a solid model molding material, and stiffens this solid model molding material,

The manufacture approach of a solid model including the process which removes said coelome model.

[Claim 2]

The process which removes said coelome model is the manufacture approach given in the 1st term of a claim characterized by using together carrying out melting of said coelome model made to dissolve said coelome model in a solvent with heat, or dissolving said coelome model with dissolving in a solvent, and heat.

[Claim 3]

The manufacture approach given in the 1st term of a claim characterized by the part or the thing for which all are boiled and said solid model molding material is formed in a thin film of said coelome model.

[Claim 4]

The manufacture approach given in the 1st term of a claim to which the process which makes the front face of said coelome model smooth is characterized by what is contained further.

[Claim 5]

The manufacture approach given in the 1st term of a claim characterized by what the diffusion removal process of removing the ingredient of said coelome model diffused in said solid model molding material is further included for after removing while removing said coelome model or.

[Claim 6]

Said diffusion removal process is the manufacture approach given in the 5th term of a claim characterized by what heating performs.

[Claim 7]

The process which carries out laminating molding of said coelome model is the manufacture approach given in the 1st term of a claim characterized by what is performed scanning laser on a powder-like molding ingredient, that a molding ingredient is spouted dropped from a nozzle, or by extruding a molding ingredient from a nozzle.

[Claim 8]

The manufacture approach given in the 1st term of a claim to which the process which forms the indicator in which the biological information and/or tomogram data specific information of this analyte are shown based on the tomogram data of said analyte is characterized by what is contained further.

[Claim 9]

It is the manufacture approach given in the 8th term of a claim which said indicator is also surrounded with said coelome model with said solid model molding material, and is characterized by what this indicator is left behind for in said solid model.

[Claim 10]

The manufacture approach given in the 1st term of a claim characterized by what this coelome model is surrounded with said solid model molding material, the part which this coelome model expressed is immersed in a solvent, and is done for the dissolution removal of this coelome model so that said coelome model may express.

[Claim 11]

The solid model which has a cavity reproducing coelomata, such as a blood vessel which consisted of a translucency ingredient and was formed based on the tomogram data of analyte, in the interior.

[Claim 12]

A solid model given in the 11th term of a claim to which the indicator which displays the biological information of said analyte is characterized by what it has further.

[Claim 13]

Norio Saki object information is a solid model given in the 12th term of a claim characterized by what said tomogram data are analyzed and is obtained.

[Claim 14]

Norio Saki object information is a solid model given in the 13th term of a claim characterized by what the orientation of said analyte is shown for.

[Claim 15]

For said tomogram data specific information, Norio Saki object information is a solid model given in the 12th term of a claim characterized by what a photographed person name, a hospital name, photography time, photography conditions, etc. are included for including text.

[Claim 16]

A solid model given in the 11th term of a claim in which said translucency ingredient is formed in the shape of film.

[Claim 17]

A solid model given in the 11th term of a claim to which said translucency ingredient is characterized by what it has for the part formed in the shape of film, and the part formed in the shape of a solid.

[Claim 18]

A solid model given in the 17th term of a claim to which the part formed in the shape of [ said ] film is characterized by what is located in the opening circles of the part formed in the shape of a solid.

[Claim 19]

A solid model given in the 18th term of a claim characterized by what said opening section is filled up with the liquid of translucency for.

[Claim 20]

Said liquid is a solid model given in the 19th term of a claim characterized by what it has an equal refractive index for substantially with said translucency ingredient.

[Claim 21]

A solid model given in the 18th term of a claim characterized by what restoration opening for being filled up with a liquid is formed in said opening section for.

[Claim 22]

The 11th term of a claim is substantially equipped with the translucency fluid of an equal refractive index with the molding material of the solid model of a publication,

The medical-application model with which said solid model is characterized by what is immersed into said fluid.

[Claim 23]

A medical-application model given in the 22nd term of a claim characterized by what it has the case of said translucency fluid further, and has equipment which fixes said solid model to said case for.

[Claim 24]

A medical-application model given in the 23rd term of a claim characterized by what it has equipment which fluctuates said solid model for.

[Claim 25]

Said solid model is a medical-application model given in the 22nd term of a claim characterized by what is been a solid sphere.

[Claim 26]

Said fluid is a medical-application model given in the 22nd term of a claim characterized by what is been a different color from said solid model.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

#### Technical field

This invention relates to a solid model. Furthermore, it is related with the solid model reproducing coelomata, such as a blood vessel of analyte, in detail.

#### Technical background

The solid model reproducing a cerebral blood vessel made of silicone rubber is University. of Geneva It is known as Model. The cerebral blood vessel is reproduced as a cavity in the rectangular parallelepiped made of transparency silicone rubber, and the cavity concerned is opening for free passage and carrying out opening of this cerebral blood vessel model to the model front face. By connecting the pump of pulsatile flow to this opening, and slushing a liquid, it is in. The simulation of the lesions, such as cerebral aneurysm, dura mater condition film malformation, and vasoconstriction, can be carried out under the condition of vitro. Moreover, insertion training of a catheter or the plug matter can also be carried out into a cerebral blood vessel through the opening concerned.

This cerebral blood vessel model is created based on a body, and the configuration of the cavity applicable to a cerebral blood vessel is being fixed in ready-made.

On the other hand, the formation approach of three-dimensional biomodel is indicated by JP,5-11689,A, JP,8-18374,B, JP,6-13805,U, JP,2002-40928,A, JP,2001-5377,A, etc. based on the tomogram data of the analyte obtained by the CT scanner etc.

According to these approaches, the solid model based on the tomography data of two or more sheets obtained by taking a photograph at equal intervals with photography equipment which has the same configuration as many [ object ] organs according to the Mitsuzo form is formed. Therefore, as long as sufficient tomography data are obtained, by any parts, it can include to the internal configuration and a solid model of custom-made can be formed.

#### The indication of invention

When this invention persons came examination in piles that the above-mentioned cerebral blood vessel model should be created with custom-made, they thought [ whether the formation approach of a solid model based on the tomogram data currently introduced by patent reference as stated above is applicable, and ].

Then, when creation of a cerebral blood vessel model was tried by the formation approach concerned, it ran against the next technical problem.

A cerebral blood vessel model is set in a medical site, and it is in. In order to use it in the state of vitro, the resiliency and flexibility similar to transparency and a body tissue high to a model are required. However, there is nothing that satisfies this demand in the ingredient which performs the laminating molding method of the Mitsuzo form and others used by the above-mentioned formation approach.

Moreover, if the molding volume of a solid model becomes large or molding precision becomes high, the time amount which laminating molding takes will increase by leaps and bounds. Therefore, great time amount is needed for carrying out laminating molding of the cerebral blood vessel model demanded in a medical site by the formation approach of the conventional technique. Therefore, when model creation cost becomes high and creation of a model takes emergency, it may be unable to correspond.

When this invention persons repeated examination wholeheartedly that at least one of the above-mentioned technical problems should be solved, they hit on an idea to following this invention. namely

The process which carries out laminating molding of the coelome models, such as a blood vessel, based on the tomogram data of analyte,

The process which the perimeter of this coelome model is surrounded [ process ] with a solid model molding material, and stiffens this solid model molding material,

The manufacture approach of a solid model including the process which removes said coelome model.

According to this invention, since fields (coelome model) where the volume is comparatively small, such as a blood vessel, are formed in a laminating molding process, that duration can be shortened.

Moreover, since the coelome model by which laminating molding was carried out is surrounded with a solid model molding material and the meat section of a solid model is formed, the solid model according to the demand of a medical site can be formed by choosing the solid model molding material concerned as arbitration. For example, the cerebral blood vessel model (solid model) equipped with transparent resiliency and flexibility near a living body can be formed by using silicone rubber.

The best gestalt for inventing

Hereafter, each element of this invention is explained to a detail.

(Tomogram data of analyte)

Although the whole body or a part is targetted for analyte, an animal and vegetation can be set as the object of tomography. Moreover, a body is not removed.

Tomogram data say the data used as the foundation for performing laminating molding. Generally three-dimensions configuration data are built from the tomography data obtained by the X-ray CT scanner, MRI equipment, an ultrasonic device, etc., the three-dimensions configuration data concerned are disassembled into two dimensions, and it considers as tomogram data.

Hereafter, an example of tomogram data generation is explained.

Although the case where two or more 2-dimensional images obtained by taking a photograph at equal intervals are used as input data (tomography data) is explained, even when using as an input image here the 2-dimensional image obtained by other photography approaches, or a three dimensional image, carrying out parallel translation in the direction of a body axis, the three-dimensions configuration data of a cavity can be obtained by performing same processing. Based on photography spacing at the time of photography, the laminating of the inputted 2-dimensional each image is carried out correctly first. Next, by specifying the threshold about an image concentration value on a 2-dimensional each image, only the cavity field made into the object of a coelome model is extracted from the inside of a 2-dimensional each image, and other fields are deleted by one side from the inside of the 2-dimensional image by which the laminating was carried out. It is given in the form where the three-dimensions configuration of the part which is equivalent to a cavity field by this carried out the laminating of the 2-dimensional image, and the border line of this 2-dimensional each image is interpolated in three dimensions, and the three-dimensions configuration data of the target cavity are generated by reconfiguring as a three-dimensions curved surface. In addition, although the cavity field was first extracted from the inside of an input image by specifying the threshold about a concentration value in this case, it is also possible by a cavity front face's extracting and carrying out three-dimensions interpolation from the inside of an input image, to generate a three-dimensions curved surface directly by specifying the specific concentration value which gives a cavity front face apart from this approach. Moreover, after performing the field extract (or surface extract by specific concentration value assignment) by threshold assignment, the laminating of an input image may be performed. Moreover, polygon approximation may perform generation of a three-dimensions curved surface.

In addition, to said three-dimensions configuration data, it is possible to perform correction and modification of a configuration during generation of these three-dimensions configuration data or after generation. adding the structure not existing into tomography data, or for example, adding the supporting structure called a support -- or it is possible to remove a part of structure in tomography data, to change the configuration of a cavity, etc., and the configuration of the cavity formed in the interior of a solid model of this can be corrected or changed freely. Furthermore, it is also possible to establish a non-laminating molding field in the interior of a cavity, and the interior explained later is made into structure in the air, and in producing the coelome model which prepared the non-laminating molding field, it generates the three-dimensions configuration data which established such a non-laminating molding field in the interior of a cavity. In addition, these processings may be performed in the software corresponding to a laminating molding system or a laminating molding system.

Next, the three-dimensions configuration data of the generated cavity are sent to the software corresponding to the laminating molding system used changing into the format corresponding to the laminating molding system used for laminating molding of a coelome model if needed, or the laminating molding system to be

used.

By the laminating molding system (or software corresponding to a laminating molding system), a support adds a support (supporting structure) to a required part for the purpose, such as configuration maintenance under laminating molding, at the same time it sets up various setting items, such as arrangement of the coelome model at the time of laminating molding, and the direction of a laminating, (if unnecessary, it is not necessary to add). The slice data (tomogram data) directly used for laminating molding are generated by slicing the data for molding obtained by doing in this way by the last based on the molding thickness at the time of laminating molding. In addition, contrary to the above-mentioned procedure, a support may be added, after generating slice data. Moreover, this procedure can be skipped when automatically generated by the laminating molding system (or software corresponding to a laminating molding system) which slice data use. However, laminating molding thickness may be set up even in this case. When the same is said of addition of a support and a support is automatically generated by the laminating molding system (or software corresponding to a laminating molding system), it is not necessary to generate manually (you may generate manually).

In the above-mentioned example, although three-dimensions configuration data are built from tomography data, also when three-dimensions configuration data are given from the beginning as data, the tomogram data which decompose this into two dimensions and are used for the following laminating molding process can be obtained.

It can set to the image processing concerned, and biological information can be collected or added.

Biological information means the configuration of body tissues, such as an eyeball, a nose, and a bone, a location, or its sense (orientation) here. This biological information can form the three-dimensions data configuration of the body tissue concerned, and can acquire it by carrying out the image processing of this. That is, when the image processing of the tomography data (2-dimensional image) is carried out, three-dimensions configuration data are constituted and tomogram data are formed further, the data about coelomata, such as a blood vessel, and data about other biological information, such as an eyeball, can be included in the tomogram data concerned. When three-dimensions data are created, an operator can also add this biological information manually.

In this invention, a coelome points out the cavity which exists in many organs (a frame, a muscle, a circulatory organ, a breather, a digestive organ, a urination reproductive organ, an endocrine organ, a nerve, sensor, etc.) and which is constituted by a cavity and the list by geometry, such as these many organs, body walls, etc., for coelomata, such as a blood vessel, here. Therefore, the lumen of many organs, such as the lumen of the heart, a stomach lumen, an intestinal lumen, a lumen of a uterus, a lumen of a blood vessel, and a lumen of a ureter, the oral cavity, a nasal cavity, fauces, a middle ear cavity, a coelome, the cavum articulare, a pericardium, etc. are contained in a "coelome."

(Laminating molding)

Laminating molding means obtaining desired molding by forming a film based on tomogram data and repeating this successively.

The coelome model by which laminating molding was carried out must be surrounded with a solid model molding material, and decomposition removal must be further carried out from it. In order to make removal easy, it is desirable to consider as the ingredient which uses as the ingredient of the low melting point the ingredient used for laminating molding, or dissolves in a solvent easily. As this ingredient, thermosetting resin or a wax of a low-melt point point etc. can be used. This can be used if the decomposition is easy also in the photo-setting resin used widely in the so-called Mitsuzo form method (contained in laminating molding).

If said coelome model is range which has the reinforcement which can bear external force, such as a pressure added from the outside, in case it is surrounded with a solid model molding material in the following process, the interior can be made into hollow structure and it can carry out thinning. The cost accompanying the time amount and molding by which necessary is carried out to laminating molding is not only reduced by this, but by it, it can simplify the elution of a coelome model in a next elution stroke.

As a method of concrete laminating molding, for example, a powder sintering method, a melting resin jet



method, a melting resin extrusion method, etc. can be held.

In laminating molding of a powder sintering method, by scanning beams for heating, such as laser, on the powder ingredient laid by the plane based on tomogram data, melting of the powdered front face is carried out, powder is joined, and the sintered powder thin layer is formed. Junction to the lower layer thin film already sintered at this time is also performed to coincidence. Next, laminating molding of a coelome model is performed by performing laminating molding of a method which carries out a laminating at the same time the thin layer of new powder is again supplied to a top face, repeats this stroke and carries out sequential formation of the powder sintering layer.

In laminating molding of a melting resin multiaxial type, making a nozzle head scan on a flat surface based on tomogram data, laminating molding of a coelome model is performed by performing laminating molding of a method which carries out a laminating at the same time make the molding ingredient fused from the nozzle spouted or dropped, it carries out deposition solidification, it forms a thin layer and it carries out sequential formation of this thin layer.

In laminating molding of a melting resin extrusion mold, a molding ingredient is extruded from a thin nozzle, a thin layer is formed by making a nozzle head scan on a field based on tomogram data, making it send out and solidify from a nozzle so that the ingredient of the shape of this thin line may be drawn, and laminating molding of a coelome model is performed by performing laminating molding of the method which carries out the laminating of this.

In addition, it is possible to add various kinds of processings (removal processing and addition processing), such as surface polish and addition of surface coating, to the coelome model produced by laminating molding after laminating molding, and it is possible to correct or change the configuration of a coelome model by this. The support is removed when the removal after laminating molding adds a required support in production of a coelome model as part of these processings.

By coating the front face of a coelome model with other ingredients, it can prevent that some of components or all components of an ingredient of a coelome model are spread in a solid model molding material. In addition, the diffusion concerned can also be physically prevented for the front face of a coelome model processings (heat treatment, RF processing, etc.) or by processing chemically.

As for a coelome model, by carrying out surface treatment, it is desirable that a surface level difference is carried out smoothly. By this, the lumen front face of a solid model becomes smooth, and can reproduce coelome internal surfaces, such as a more nearly actual blood vessel. Using together contacting the front face of a coelome model to a solvent, heating and fusing a front face, coating, and these as the approach of surface preparation is mentioned.

Like previous statement, when biological information is obtained, it is desirable to create the indicator which displayed the biological information concerned on a coelome model and coincidence. It is for controlling the increment in a manufacture man day.

(Formation of a solid model)

Some or all of a coelome model is surrounded with a solid model molding material, this is hardened, and a solid model is formed by removing a coelome model. That is, a coelome model is used as the so-called disappearance model for ROSUTO waxes in a next process. The disappearance model for ROSUTO waxes is the model used by the precision casting called ROSUTO wax casting, and after coating and calcinating the perimeter of this model with refractories and ceramic refractories of a particle, it is used by melting and removing this model in order to manufacture the mold for casting the casting which has the same configuration as said disappearance model. However, in this invention, the coelome model produced by laminating molding is not used for the purpose of the aforementioned mold manufacture. The particular part of the whole perimeter or a perimeter is filled with a solid model molding material. After forming a solid model by stiffening the solid model this molding material concerned, it is used by removing only the coelome model which exists in the interior of a solid model in order to manufacture the solid model which has a cavity with the same configuration thru/or the structure as the target cavity inside.

A solid model molding material is suitably chosen according to the application of the model concerned. For

example, it is independent, or two or more thermosetting resin, such as silicone resin besides elastomers, such as silicone rubber (a silicone elastomer, silicone gel) and a thermosetting polyurethane elastomer, or gel, an epoxy resin, polyurethane, unsaturated polyester, phenol resin, and a urea resin, and thermoplastics, such as a polymethyl methacrylate, can be used, combining them. The hardening approach of these ingredients is based on the well-known approach.

When setting a cerebral blood vessel model as the target of a solid model, it is desirable to adopt an ingredient equipped with transparent resiliency and flexibility near a body tissue. Silicone rubber (a silicone elastomer or silicone gel) can be mentioned as this ingredient. Moreover, since silicone rubber has a contact property equivalent to a body tissue, it becomes what inserted medical devices, such as a catheter, and was suitable for trial of an operation.

A solid model formation ingredient can be formed from two or more layers. For example, the surroundings of a cavity can be formed with the ingredient which has the properties (resiliency, flexibility, etc.) more near a body tissue, and a periphery can be formed with an ingredient with high endurance.

The appearance of a solid model can also be formed in arbitration. if the dies body of the request configuration prepared beforehand is used in case the perimeter of for example, a coelome model is filled with a molding material -- being good (the interior of this dies body being filled with a coelome model and a molding material) -- do not use a dies body, but the molding material of the shape of a sol or powder is made to adhere to the front face of a coelome model, and a solid model may be formed by stiffening this (dipping shaping, slush molding). When using a dies body, it is desirable to prepare for removal of a next dies body and to use an ingredient with a low affinity with said molding material to be used. However, it is good also as some solid models which do not remove a dies body but are finally obtained.

In addition, when fabricating the external configuration of a solid model by the dies body, it is possible to reproduce both external configurations, such as many organs which carry out entailment of a cavity and this cavity, by making the cavity for the configuration of the shaping side of a dies body in agreement with external configurations, such as many organs which carry out entailment.

The external configuration of a solid model does not need to make the target cavity in agreement with external configurations, such as many organs which carry out entailment, and may be replaced in other configurations (for example, cube configuration etc.). For example, when manufacturing a solid model using the molding material which has transparency, the recognition nature of the cavity reproduced inside this solid model can be raised by establishing a flat surface in the external configuration of this solid model. A flat surface here contains in recognition of a cavity the curved surface and concave convex of the range which do not cause substantial trouble. Moreover, the installation stability of a solid model improves by using this flat surface as an inferior surface of tongue.

Moreover, to the external configuration of a solid model, various kinds of removal processing and addition processings may be performed after formation by hardening of a molding material, it can graduate by this or correction and modification can be added to a configuration.

In order to specify the cavity of a solid model and to insert a catheter etc. in this cavity, the coelome model reproducing a blood vessel makes the front face of a solid model express the edge of a coelome model, and the edge of a cavity is made to carry out opening in a solid model.

What is necessary is to lengthen the column-like guide section from the edge of a coelome model in that case, and just to make this express to the front face of a solid model, although it may not express to the front face of a solid model depending on the gestalt of a coelome model. Furthermore, a hole may be drilled after formation of a solid model to the edge of the coelome model currently laid underground in it from the front face of a solid model.

A solid model can also be formed without using a mold. For example, a solid model formation ingredient is formed in the front face of a coelome model in the shape of film. If a coelome model is removed from the solid model of the shape of film concerned when a coelome model (it is a solid) reproduces a blood vessel, the hollow model of the blood vessel concerned will be formed.

Some coelome models can be surrounded in the shape of film with a solid model formation ingredient, and

the remainder can be surrounded heavily with a solid model molding material using a mold.

In the solid model of the shape of Brock which used the mold here, the dynamic behavior of coelomata, such as a blood vessel, is unreproducible. On the other hand, although the dynamic behavior of coelomata, such as a blood vessel, can be reproduced almost faithfully in a solid film-like model, since a configuration is unmaintainable if independent, handling becomes difficult. Then, it is desirable to form some solid Brock-like models in the shape of film. For example, the opening section can be prepared in a solid Brock-like model, and coelomata, such as a blood vessel located in the opening circles concerned, can be formed in the shape of film. For example, the opening section concerned is made to correspond to a subarachnoid cavity, and the blood vessel for which the simulation of observation or a catheter operation is needed is made to exist in the subarachnoid cavity concerned in a cerebral blood vessel model. Thereby, it becomes reproducible with reality about the dynamic behavior of the blood vessel concerned at the time of observation, and a more real simulation becomes possible in a catheter operation.

When the indicator which displays biological information is combined with a coelome model and formed, this indicator also surrounds those part or all with a solid model formation ingredient. When it is not desirable that an indicator is removed by a coelome model and coincidence when an indicator and a coelome model are formed with the same ingredient, an indicator is good also as a condition completely covered with the solid model formation ingredient.

(Removal of a coelome model)

The coelome model currently laid underground into the solid model molding material as a core is removed after hardening of a solid model molding material. The approach of removal is not limited, unless it is suitably chosen according to the molding ingredient of a coelome model and a solid model is affected.

As an approach of removing a coelome model, the heating scorification fused with (a) heating, the solvent solution process which dissolves with the (b) solvent, the hybrid method which uses together melting by (c) heating and the dissolution by the solvent are employable. A coelome model is alternatively fluidized by these approaches, it is eluted to the exterior of a solid model, and this is removed.

Between the ingredient used for laminating molding of a coelome model, and the molding material of a solid model, the following constraints which have relation mutually are imposed depending on any shall be used between heating scorification as stated above, a solvent solution process, or a hybrid method.

(1) To perform elution of a coelome model with heating scorification, it is necessary to fulfill the constraint of both the following (1-1) and (1-2).

(1-1) Fuse a coelome model molding ingredient with heating.

(1-2) A solid model molding material can be hardened in temperature lower than the melting temperature of a molding ingredient given in a constraint (1-1), and has heat-resistant temperature higher than the melting temperature of the molding ingredient of a publication in a constraint (1-1) after hardening.

The coelome model inside a solid model is fused alternatively, and is made to fluidize in this heating scorification by heating to temperature higher [ than the melting temperature of the molding ingredient of a coelome model ] and lower than the heat-resistant temperature of the molding material of the solid model after hardening. If a coelome model responds in order of a solid model and dies body removal before elution, it is in the condition of having been united with the dies body, but when both said constraint (1-1) and (1-2) are satisfied, it is possible by heating such whole structure or a part with a heater etc. to fuse a coelome model alternatively. In addition, it is also possible to also perform heating of a solid model from the solid model exterior and to heat from the interior of a solid model by irradiating laser, high frequency, etc. from to arrange a heating electrode inside a solid model and a laminating molding model and the exterior, although it is possible. And it removes by carrying out elution of the coelome model to the exterior of a solid model in this condition. Although the inertia generated by giving remote force, such as gravity and a centrifugal force, an impact, and vibration can be used at the time of the elution of this coelome model, it is also possible to promote elution by applying external pressure (positive pressure, negative pressure) to the part which the coelome model exposed, or slushing other liquids into the interior of a cavity. Moreover, the coelome model inside a solid model (some coelome models which remained inside the solid model especially after elution)

may be eliminated to the exterior of a solid model in the condition of solid phase by applying direct external force, giving an impact and vibration, or grasping directly etc. Under the present circumstances, the coelome model inside a solid model may be disassembled into two or more parts.

thermoplastics ( thermoplastic) ( what have a high ( the viscosity at the time of melting be low) fluidity at the time of melting be desirable), waxes ( fats and oils, paraffin, etc.) or a low-melt point metal, ice (water), etc. of various kinds [ ingredient / of the coelome model which enable application of this heating solution process / molding ] -- others -- various ingredients can be use as long as it fuse in temperature lower than the heat-resistant temperature of the molding material use for formation of a solid model. In addition, it is necessary to opt for selection of these molding ingredients according to the property of the molding material used for a solid model (a molding material may be chosen according to the property of a molding ingredient).

(2) To perform elution of a coelome model with a solvent solution process, it is necessary to fulfill the constraint of both the following (2-1) and (2-2).

(2-1) A coelome model molding ingredient dissolves in a solvent (such a solvent exists).

(2-2) A solid model molding material has solvent resistance among the solvents of a publication to at least one kind of solvent (it is hereafter called a specific solvent) in a constraint (2-1).

By dissolving alternatively and fluidizing with a solvent, the coelome model which exists in the interior of a solid model, a solvent solution process is an approach of removing by carrying out elution, and the application is more possible for it than the interior of a solid model only within the case where both said constraint (2-1) and (2-2) are satisfied.

It dissolves alternatively and the coelome model inside a solid model is made to fluidize in this solvent solution process by using the specific solvent given according to said constraint (2-2). If a coelome model responds in order of a solid model and dies body removal before elution, it is in the condition of having been united with the dies body, but when both said constraint (2-1) and (2-2) are satisfied, it is possible to dissolve a coelome model alternatively by contacting the part containing the part which such whole structure or a coelome model exposed to said specific solvent. And it removes by carrying out elution of the coelome model to the exterior of a solid model in this condition. It is also possible to promote elution by being able to use the inertia generated by giving remote force, such as gravity and a centrifugal force, an impact, and vibration as well as the case of heating scorification, applying external pressure (positive pressure, negative pressure) to the part which the coelome model exposed, or slushing other liquids into the interior of a cavity etc. at the time of the elution of this coelome model. Moreover, the coelome model inside a solid model (some coelome models which remained inside the solid model especially after elution) may be eliminated to the exterior of a solid model in the condition of solid phase by applying direct external force, giving an impact and vibration, or grasping directly etc. Under the present circumstances, the coelome model inside a solid model may be disassembled into two or more parts.

Into the molding ingredient of the coelome model which enables application of this solvent solution process, use of the various resin which has soluble agent solubility, such as adhesion matter, such as cyanoacrylate (it dissolves in an acetone) and starch (it dissolves in water etc.), and toluenesulfonamide resin (it dissolves in an acetone etc.), polyvinyl alcohol (it dissolves in water etc.), waxes (fats and oils, paraffin, etc.), etc. is possible. In addition, when enforcing a solvent solution process, selection of the molding ingredient which the molding material used for a solid model needs to have solvent resistance to the solvent used for the dissolution of a coelome model, and uses for a coelome model is good to determine according to the property of the molding material used for a solid model (a molding material may be chosen according to the property of a molding ingredient).

Furthermore, when immersed to the solvent tub, while the coelome model dissolved the part which has expressed the coelome model in a solid model according to examination of this invention persons with the relation of osmotic pressure, the solvent was sucked up by the interior and it has checked that the sequential dissolution even of the coelome model located above a solvent interface was carried out. In this case, the same thing is checked also when all parts other than the part expressed to a solid model in a coelome model are buried in the solid model.

(3) To perform elution of a coelome model with a hybrid method, it is necessary to fulfill the constraint of both the following (3-1) and (3-2).

(3-1) Fuse a coelome model molding ingredient with heating, and it dissolves in a solvent (such a solvent exists).

(3-2) While a solid model molding material can be hardened, in temperature lower than the melting temperature of a molding ingredient given in a constraint (3-1) and it has heat-resistant temperature higher than the melting temperature of the molding ingredient of a publication in a constraint (3-1) after hardening, it has solvent resistance to at least one kind of solvent (specific solvent) among the solvents of a publication in a constraint (3-1).

By using together the heating scorification and the solvent solution process which were explained in full detail previously, a hybrid method is an approach of removing by carrying out elution of the coelome model which exists in the interior of a solid model from the interior of a solid model, and the application is possible for it only within the case where both said constraint (3-1) and (3-2) are satisfied. The dissolution approach can combine with the heating approach list of the coelome model in the hybrid method concerned at arbitration the approach explained with a heating fusion method and a solvent solution process as stated above.

for example, the stroke eluted in a coelome model from the interior of a solid model with (1) heating in this hybrid method and (2) solvents -- said coelome model is removed from the interior of a solid model by carrying out the stroke eluted in a coelome model from the interior of a solid model in order of arbitration (or thing done for the multiple-times operation of each process in the sequence of arbitration).

It is possible to carry out multiple-times operation of each above-mentioned process in the sequence of arbitration in a hybrid method if needed. For example, after being eluted from the interior of a solid model in most coelome models by making a coelome model fuse and fluidize from heating, By pouring in the specific solvent given to the cavernous field inside the solid model which cooled the solid model to the room temperature and was formed of previous elution according to said constraint (3-2) Some coelome models which remained inside the solid model with surface tension etc. are fluidized again, and it is possible to be eluted to the exterior of a solid model with the poured-in solvent etc.

As a molding ingredient of the coelome model which enables application of this hybrid method, the ingredient which enables application of the both sides of said heating solution process and said solvent solution process can be used, and thermoplastics (thermoplastic), such as toluenesulfonamide resin, and use of waxes (fats and oils, paraffin, etc.) etc. are possible.

It is possible for it not to be based on the exposure product of a coelome model, but to fuse and fluidize the whole laminating molding model in non-contact with advance of the thermal diffusion inside a solid model according to the heating scorification and the hybrid method which performs melting of a coelome model with heating, and when dissolving a coelome model gradually from a surface of action by physical contact like a solvent solution process, it is possible to reproduce easily the cavity of a complicated configuration which is difficult elution, for example, the shape of a high capillary which is an aspect ratio, etc.

giving direct external force to a coelome model from an exposed part besides these approaches, although the approach eluted from the interior of a solid model in a coelome model with heating scorification, a solvent solution process, and a hybrid method was explained above, giving impulse force, vibration, etc. from the exterior of a solid model, grasping directly, etc. -- etc. -- it is also more possible than the interior of a solid model to eliminate a coelome model. Moreover, in this case, the coelome model inside a solid model may be disassembled into two or more parts, and each decomposed part may be taken out from the interior of a solid model. In addition, when removing a coelome model by this approach, it is possible by producing a coelome model by making the interior hollow to easy-ize disassembly of a coelome model.

The solid model which reproduced the cavity inside can also obtain the solid model reproducing the whole cavity made into the object of solid modeling by producing the solid model which reproduced each cavity inside, and combining the solid model to each obtained cavity by dividing into plurality the cavity made into the object of solid modeling, and enforcing the manufacture approach of this invention to each divided cavity.

In this case, the solid model to each cavity can also be respectively manufactured by the different manufacture approach. However, this invention also makes the object of invention the solid model to each cavity divided into plurality, and its manufacture approach.

(Diffusion removal process)

If the process condition of how of selection of the molding ingredient of a coelome model and the molding material of a solid model or a solid model or the removal conditions of a coelome model were caused how, it became clear by examination of this invention persons that all or some of ingredient of a coelome model is spread in the molding material of a solid model. If this diffusion arises, the perimeter of the cavity of a solid model will bloom cloudy and visibility will fall.

So, in this invention, it sets it as one purpose to remove the ingredient of this diffused coelome model from the inside of a solid model.

When a solid model is constituted by the ingredient which has the elasticity of silicone rubber etc. especially and a coelome model is fused with heating in an elution stroke, a part of component of the molding ingredient of a coelome model is spread inside a solid model, and there is a possibility of generating cloudiness etc. inside a solid model.

When generating of this cloudiness fuses a coelome model with heating, the component of a molding ingredient evaporates it (evaporation) and it is considered to originate in being spread inside a solid model and to generate. In many cases (except for the case where a diffusion component combines with the component and chemistry target of a solid model etc.), what (it is made to evaporate) is evaporated again is possible for this diffusion component that remained inside the solid model after the elution of a coelome model by heating a solid model again. Since a part of diffusion component evaporated inside the solid model is discharged by diffusion from the interior of a solid model in the exterior of a solid model, it can remove a diffusion component from the interior of a solid model by this. By cooling, the all deposit to the part, and deposit to a solid model front face depending on the case, and the diffusion component furthermore evaporated inside the solid model removes a diffusion component from the interior of a solid model by it being also more possible than the interior of a solid model to remove a diffusion component, and using these approaches in a diffusion removal stroke by this. In addition, when using crosslinked polymer, such as an elastomer, as a molding material, it is possible by using it, choosing the high ingredient of crosslinking density to heighten the effectiveness of the diffusion removal by these approaches.

Moreover, the thing which could disassemble the diffusion component inside a solid model, especially coloring matter, etc. with heating in many cases, and arose by diffusion by this and which it blooms cloudy, and is removed or discolored is also possible. However, it is necessary to perform heating of a solid model within limits lower than the heat-resistant temperature of the ingredient which constitutes a solid model, and in this temperature requirement, this approach can be applied, only when decomposition of a diffusion component is possible.

Performing, after removing a coelome model can also perform this diffusion removal process in the middle of the removal concerned. Moreover, it can also perform after removal in the middle of removal, respectively.

(Indicator of biological information)

In this invention aiming at a solid model of custom-made, the correspondence relation between coelomata, such as a reproduced blood vessel, and other body tissues and the biological information of the sense and others of analyte may be required.

since the biological information other than the information about coelomata, such as a blood vessel, is included in tomogram data -- future -- being concerned -- others -- biological information can be extracted. For example, the three-dimensions image which contains other biological information from tomogram data is formed, viewing compares a solid model and the image concerned and the indicator in which the biological information concerned was shown can be formed in the front face or the interior of a solid model. For example, the sense of analyte may be indicated on the front face of a solid model as biological information as an vertical and horizontal alphabetic character or an vertical and horizontal notation. In addition, it can combine with the biological information concerned, or the specific information (a photographed person name,

photography time, a photography hospital, photography conditions, etc.) of tomogram data can also be indicated separately.

As stated above, by analyzing tomogram data, the indicator concerned can be combined with a coelome model and can also be formed. leaving the configuration of the indicator concerned to some solid models by also forming the indicator concerned collectively, in case laminating molding of the coelome model is carried out, and removing behind -- or it can embed into a solid model. Moreover, the silicone rubber colored the cavernous section which discharged the indicator concerned to a coelome model and coincidence to the exterior, and was formed in them after that is poured in, and this can also be made into an indicator.

although the sense (orientation) of analyte is shown as this indicator -- a case -- analyte -- the notation or alphabetic character which shows the sense can adopt the miniature of the cube indicated on the front face, an arrow head, and analyte etc.

As the biological information concerned, the color of the part corresponding to body tissues other than coelomata, such as a blood vessel, (an osseous tissue, eyeball, etc.) can be changed in a solid model. Moreover, the body tissue concerned may also be used as a cavity. Furthermore, the configuration of the body tissue concerned can also be made disengageable from a solid model. Moreover, the crust of the body tissue concerned can also be drawn in a solid model.

(Medical model)

this invention persons created the solid model of a rectangular parallelepiped at the beginning. In this case, the situation (namely, configuration of a blood vessel) of a cavity was not able to be correctly checked by looking from the part of an edge.

Then, in order to lose an edge from a solid model, when this was made into the globular form, the whole became a lens and the check by looking of a cavity configuration became difficulty more.

This invention solves the technical problem which a solid model requires, and sets it as other purposes to offer the model excellent in visibility.

That this technical problem should be solved, wholeheartedly, when this invention persons came in piles, they hit on an idea of examination to the next invention. That is, a solid model is substantially immersed into the translucency fluid of an equal refractive index with the molding material of a solid model.

Since a solid model and a translucency fluid are visually united by this, even if an edge is in a solid model, though the solid model has the curved surface, if the visual field side (field observed) of a translucency fluid is equipped with smoothness, the observation failure of a cavity will not be produced. The curved surface and/or irregularity which are extent which the observation failure of a cavity does not produce substantially [ a flat surface ] here may be included.

That is, it is filled up with a translucency fluid into a case (case), and a solid model is immersed on the whole or partially into it. And the part where the solid model concerned is fluctuated and the observation in a solid model is demanded is turned to the observation side (\*\*\*\*) of the case concerned. Even if there is an edge in the direction of an observation demand part concerned, the edge is erased with the translucency fluid concerned, and it can observe clearly in respect of observation of a case.

Hereafter, the example of this invention is explained.

(The 1st example)

A photograph was taken to a patient's head with the X-ray CT scanner with spatial resolving power of 0.35x0.35x0.5mm of a helical scan, medicating the interior of a blood vessel of a photography field with a contrast medium, in order to obtain the three-dimensions data about the configuration of the cerebral blood vessel made into the object of solid modeling, and the brain artery which it reaches and is the affected part. After reconfiguring the three-dimensions data obtained by photography in the 2-dimensional image (tomography data) of 256 gradation which has the resolution of 512x512 of 500 sheets arranged at equal intervals in the direction of a body axis for delivery to three-dimensional-CAD software, they saved the image data corresponding to a 2-dimensional each image to the 5.25 inch magneto-optic disk by the drive built in said X-ray CT scanner in the sequence which is in agreement with bearing of the exposure axis.

Next, said image data was incorporated to the store inside a computer in the personal computer by the 5.25



inch light MAG drive which made external connection, and the three dimensions configuration data of the STL format ( format which expresses a three dimensions curved surface as an aggregate of a triangle patch) needed for laminating molding were generated from this image data using commercial 3-dimensional CAD software. By carrying out the laminating of the inputted 2-dimensional image in this conversion based on photography spacing By building the scalar field of the three dimensions which make a concentration value scalar quantity, and specifying the specific concentration value which gives a blood vessel internal surface on the scalar field After building the three-dimensions configuration data of a blood vessel lumen as AISO surface (interface of a specific scalar value), the rendering of triangle polygon approximation is performed to the built AISO surface.

In addition, in this phase, addition data were added to three-dimensions configuration data, and the guide section 3 was bulged from the edge of a coelome model (refer to [drawing 1](#) ). This guide section 3 is a hollow column-like member, as shown in [drawing 2](#) . Compaction of laminating molding time amount is aimed at by having a centrum 31. The diameter of the tip of this guide section 3 is expanded, and this part will express on a solid model front face, and will form the major diameter opening 15 (refer to [drawing 3](#) ).

The three-dimensions configuration data of the generated STL format were transmitted to the laminating molding system of a melting resin jet method next, and while determining the arrangement and the direction of a laminating of the model within a molding system, and laminating thickness, the support was added for \*\* to the model.

Thus, the generated data for laminating molding were sliced in laminating molding thickness (13 micrometers) predetermined in a computer top, and much slice data were generated. and the thing to do for the whole surface [ every ] laminating formation of the resin hardening layer of the assignment thickness which have the configuration which be in agreement with each slice data by fuse with heating the molding ingredient ( melting point : dissolve in an acetone easily about 100 degrees) an ingredient used p - toluenesulfonamide and a p - ethylbenzene sulfonamide as a principal component, and spout based on each slice data obtained by do in this way -- laminating molding be performed. By removing a support after formation of the last layer, the laminating molding model (coelome model) 1 of the cerebral blood vessel lumen field shown in [drawing 1](#) was created.

Furthermore, this coelome model 1 was immersed in the 80-degree C tank for about 30 minutes. Thereby, the front face of the coelome model 1 decomposed and it became smooth.

On the other hand, the dies body used in order to fabricate the external configuration of a solid model was created by machining. The internal shaping side of this dies body is carrying out the cube configuration, and assembly and separation are possible for the member which constitutes a dies body. After having arranged the coelome model 1 inside this dies body for cast molding, when both were fixed, the mold was created by pasting up the edge of a model on a dies body inside.

thus, the liquid silicone elastomer of a 2 liquid hybrid model with the high transparency in which polymerization hardening in a short time by heating is possible inside the created mold -- slushing -- 75-degree C constant temperature -- by heating within a layer for 1 hour, polymerization hardening was carried out and the solid model 11 shown in [drawing 3](#) was formed. And after checking that sufficient hardening had been obtained, sequential separation was carried out and the member which constitutes a dies body was removed.

thus, the solid model 11 of the acquired rectangular parallelepiped configuration -- 120-degree C constant temperature -- by heating within a layer for 1 hour, the coelome model 1 which exists in the interior of the solid model 11 was fused, and elution was performed to the exterior of the solid model 11. In addition, the edge of the coelome model 1 performed this elution from the part (opening 15) exposed from the solid model 11. Whole Brock was cooled to the room temperature after the elution of the molding ingredient by heating melting, and the acetone was poured into the cavernous section formed in the interior of the solid model 11 of the elution of a laminating molding model. Thereby, the coelome model molding ingredient which remained to the solid model 11 interior was dissolved, and the solution-ized molding ingredient was eluted to the exterior of a solid model. Thereby, the coelome model 1 was completely removed from the solid model 11



interior, and the solid model 11 which reproduced the cerebral blood vessel lumen 13 inside was obtained. the constant temperature again set as 120 degrees C in order to eliminate the component of said molding ingredient diffused to the ingredient part 12 of the solid model 11 at the time of melting of the coelome model 1 finally -- said solid model 11 was heated within the layer for 1 hour, said component was evaporated, and this removed.

Thus, the solid model 11 which has the produced cerebral blood vessel lumen 13 By having high transparency and having established the flat surface 14 by making an external configuration into a rectangular parallelepiped configuration further by having used the highly transparent silicone elastomer for the molding material The configuration of the cerebral blood vessel lumen 13 reproduced by the solid model 11 interior, structure, and the configuration of the cerebral aneurysm reproducing the affected part were what is recognized easily and correctly by viewing. Furthermore, the solid model of the produced cerebral blood vessel was what presents the insertion feeling very just like the time of an actual cerebral blood vessel operation, and actuation feeling to insertion of the catheter which is pouring a lubricant into the interior and is a medical device.

(The 2nd example)

The solid model 41 of this example is a solid sphere, and has the cerebral blood vessel lumen 43 (refer to drawing 4 ). The manufacture approach of this solid model 41 and the molding material are the same as that of the 1st example except for the configuration of a dies body.

The indicator 45 of a cube configuration is laid under the interior by the solid model 41 of this example. The sense of a patient's face is indicated in each side of this indicator 45. Since the location of the spherical solid model 41 is not stable, the orientation of the cerebral blood vessel lumen 43 can be correctly grasped by forming this indicator 45.

The direction shown in this indicator 45 is specified by computer processing from the location of the eyeball extracted from tomogram data, and an osseous tissue. Laminating molding of this indicator 45 and the coelome model is carried out at coincidence so that it may be arranged at the specified sense. Since this indicator 45 is laid underground in the solid model 41, it is not decomposed in the removal process of a coelome model. An operator is able to form this indicator 45 by the manual.

The indicator 46 of other modes was shown in drawing 5 . This indicator 46 shows the direction by the arrow head. A concrete direction can be expressed by preparing change in the color or size of an arrow head. For example, even if black, then a solid model rotate green for right-hand side and rotate red and the bottom for left-hand side, the orientation of a cerebral blood vessel lumen can be specified.

(The 3rd example)

The medical-application model 51 of this example is introduced to drawing 6 . This medical-application model 51 is equipped with the translucency fluid 54 with which it fills up in the solid model 41 of a solid sphere configuration explained in the 2nd example, a case 53, and a case 53.

As for the case 53, the whole is formed with transparence plates (acrylic board etc.). It is combined with a side attachment wall with a hinge 56, and the upper covering device 55 can be opened and closed. The translucency fluid 54 is a transparent liquid which has the same refractive index as the solid model 41 made of silicone rubber. this example -- as the translucency fluid 54 concerned -- etc. -- the silicone oil which has a refractive index was used. Moreover, a desired translucency fluid can be obtained by dissolving a refractive-index preparation in water.

Since it is a solid sphere, the whole surface cannot serve as a convex lens, and the solid model 41 cannot check an internal cerebral blood vessel cavity place by looking correctly. Since the formation ingredient and the translucency fluid 54 of the solid model 41 have the same refractive index when this solid model 41 is immersed in the translucency fluid 54, the optical refraction in the front face of the solid model 41 is lost, and the lens effectiveness in the front face concerned is erased. Therefore, the cerebral blood vessel cavity place of a full scale is observable through a case 53. In the example, memory is stamped on the observation side of a case 53. In drawing 6 , although the outer shell configuration of the solid model 41 was indicated in the case 53 for explanation, most crust configurations of the solid model 41 are not checked by looking in fact.

In the example of drawing 6 , the rollers 71 and 73 for making the retainer 61 for fixing the solid model 41 to a case 53 and 61 lists rotate the solid model 41 are formed. Retainers 61 and 61 are equipped with a compression coil spring 62 and the spherical supporter 63, press and have the solid model 41 to roller 71 and 73 side, and are stopping the solid model 41 stably. Rollers 71 and 73 rotate the solid model 41 to each hand of cut by rotating this. Rods 74 and 75 are connected with rollers 71 and 73, respectively, and they can be rotated from the outside of a case 53.

As shown in a case 53 at drawing 7 , opening 80 is formed, and a catheter 83 can be inserted in the edge of the arbitration of the cerebral blood vessel cavity place formed in the solid model 41 through this opening.

(The 4th example)

The solid model 91 of other examples is shown in drawing 8 . This solid model 91 applies silicone rubber to the thickness of about 1mm to the thing excluding the guide section 3 from the coelome model 1 of drawing 1 , after that, removes a coelome model by the same approach as an example 1, and is obtained. The approach of the spreading concerned is making [ rotating the coelome model 1, after carrying out dipping of the coelome model 1 to a silicone rubber tub and taking it out to it / dry ] \*\*\*\*. According to this solid model 91, it will reappear with reality and a cerebral blood vessel becomes effective by trial of a catheter operation etc.

(The 5th example)

The solid model 101 of other examples is shown in drawing 9 . This solid model 101 has the opening section (it corresponds to a subarachnoid cavity) 103 in the Brock-like body section 102, and the blood vessel part 105 is formed in the shape of film like drawing 8 in the opening section 103 concerned. Thus, since the blood vessel part 105 as which detailed observation is required is the film-like while handling is easy according to the constituted solid model 101, since the outline is formed in the shape of Brock, the dynamic behavior will be reproduced with reality, and a catheter operation can also be tried with reality.

The solid model 101 shown in drawing 9 can be formed as follows.

A solid model ingredient is first formed in the perimeter of a coelome model in the shape of film by the same approach as the example of drawing 8 .

On the other hand, the coelome model which expanded the blood vessel located in the opening section 103 by about 3 times in the direction of a three dimension is formed in midair, and a film-like solid model (a coelome model exists in the interior as a core) as stated above is inserted into it. In this example, the expanded coelome model 110 is once divided, the solid film-like model 113 is set into it, and the disassembled coelome model 110 is reconstructed. Division Rhine of the coelome model 110 is indicated by drawing 9 . And between openings of the coelome model 110 and the film-like solid models 113 which were expanded is filled up with a filler the same as that of a coelome model, or of the same kind. Such an attachment object is set in the outer frame of a rectangular parallelepiped, and it is filled up with a silicone elastomer in the outer frame concerned. After a silicone elastomer hardens, like an example 1, the ingredient of a coelome model is vanished and the coelome model ingredient further diffused in the solid model is removed. Thereby, while the interior of the film-like model 113 serves as hollow, the opening section 103 is formed in the part corresponding to the coelome model 110. In addition, the projection 111 was formed in the coelome model 110, and this has expressed to the exterior of a solid model. The ingredient of a coelome model can be discharged from the expressional part concerned to the exterior.

In this example, the blood vessel part 105 was expanded and the coelome model 110 corresponding to the opening section 103 was formed. If the opening section 103 takes an example by it being what raises the degree of freedom of the dynamic behavior of the blood vessel part 105, especially the configuration of the opening section 103 will not be limited. Therefore, the configuration of the opening section 103 can be simplified. For example, it can consider as a globular form, an ellipse form, etc. Consequently, division and reconstruction can design the coelome model 110 in an easy configuration, and manufacture of the solid model 101 of this invention becomes easy. Moreover, die forming of the coelome model 110 can also be carried out by using the film-like solid model 113 as a core. Moreover, the solid configuration of a subarachnoid cavity may be formed based on tomography data, and a coelome model may be formed from the solid configuration concerned. Furthermore, a standard subarachnoid cavity can be prepared in ready-made, and

this can also be used as a coelome model.

In addition, it is desirable to enable it to fill up the opening section 103 with transparent liquids, such as water. It is because light reflects irregularly by the peripheral wall of the opening section 103 and it becomes impossible to check the blood vessel part 105 of the interior by looking, if the opening section 103 is not filled up with the transparent liquid at all. In order to improve the visibility of a blood vessel part, it is desirable to fill up the opening section 103 with the silicone oil of an equal refractive index substantially with a solid model molding material. The transparent liquid applied from the opening 104 which discharged the ingredient of the coelome model 110 can be poured in into the opening section 103. By blending a refractive-index preparation with water, a solid model molding material and the transparence liquid which should have the equal refractive index substantially can be used.

While the opening section 103 will become near by the actual subarachnoid cavity and the dynamic behavior of a blood vessel part becomes more real by filling up the opening section 103 with liquids, such as silicone oil, a catheter operation can also be tried with reality.

This invention is not limited to explanation of the gestalt of implementation of the above-mentioned invention, and an example at all. It does not deviate from the publication of a claim but deformation modes various in the range this contractor can hit on an idea of easily are also contained in this invention.

[Brief Description of the Drawings]

Drawing 1 is the perspective view showing the coelome model by which laminating molding was carried out in the example of this invention.

Drawing 2 is the perspective view showing the guide section added to the coelome model.

Drawing 3 is the perspective view showing the solid model of an example.

Drawing 4 shows the solid model of other examples.

Drawing 5 shows the indicator added to the solid model of other examples.

Drawing 6 is the perspective view showing the medical-application model of the example of this invention.

Similarly drawing 7 shows the use mode of a medical-application model.

It is the perspective view showing the solid model of an example besides drawing 8 .

It is the perspective view showing the solid model of an example besides drawing 9 .

Drawing 10 is the mimetic diagram showing the manufacture approach of the solid model of drawing 9 .

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**